

ISSN 2071-7296



СИБАДИ®

ВЕСТНИК

СИБАДИ



№ 6(46)/2015

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего профессионального образования
«Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия
(СибАДИ)»

ВЕСТНИК СибАДИ

Выпуск 6 (46)

Омск
2015

Главный редактор **Кирничный В. Ю.**, д-р экон. наук, доц., ректор ФГБОУ ВПО «СибАДИ»

Зам. главного редактора **Бирюков В. В.**, д-р экон. наук, проф., проректор по НИР ФГБОУ ВПО «СибАДИ»

Редакционная коллегия:

Ваклав Скала, профессор University of West Bohemia, Чехия, г. Пльзень

Винников Ю.Л., д-р техн. наук, проф. Полтавского национального технического университета имени Юрия Кондратюка, член Украинского общества механики грунтов, геотехники и фундаментостроения, Российского общества по механике грунтов, геотехники и фундаментостроению, ISSMGE, IGS, действительный член Академии строительства Украины, Украина, г. Полтава.

Горынин Г.Л., д-р физ.-мат. наук, проф., ГБОУ ВПО «СурГУ ХМАО-ЮГРЫ», г. Сургут.

Жигadlo А.П., д-р пед. наук, канд. техн. наук, доц., ФГБОУ ВПО «СибАДИ».

Жусупбеков А.Ж., Вице – Президент ISSMGE по Азии, Президент Казахстанской геотехнической ассоциации, почетный строитель Республики Казахстан, директор геотехнического института, заведующий кафедрой «Строительства» ЕНУ им Л.Н. Гумилева, член-корреспондент Национальной Инженерной Академии Республики Казахстан, д-р техн. наук, проф., г. Астана, Казахстан.

Карл – Хейнц Ленц, д-р техн. наук, Германия, г. Бергиш-Гладбах (Karl – Heinz Lenz, Präsident and professor a. D., Prof. e. h. mult. Dr-Ing, Germany, Bergische).

Карпов В. В., д-р экон. наук, проф., директор Омского филиала ФГБОУ ВПО «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации», г. Омск.

Кенджио Судзуки, профессор Национального университета, почетный профессор университета Токио, Япония.

Лим Донг Ох, доктор инженерных наук, профессор, Президент Университета Джунбу, г. Сеул, Южная Корея.

Лис Виктор, канд. техн. наук, инженер - конструктор специальных кранов фирмы Либхерр - верк Биберах ГмбХ (Viktor Lis Dr-Ing. (WAK), Libherr-Werk Biberach GmbH), Mittelbiberach, Германия.

Матвеев С.А., д-р техн. наук, проф., ФГБОУ ВПО «СибАДИ».

Мочалин С.М., д-р техн.-наук, проф., ФГБОУ ВПО «СибАДИ».

Немировский Ю. В., д-р физ.-мат. наук, проф., главный научный сотрудник, Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт теоретической и прикладной механики им. С. А. Христиановича Сибирского отделения Российской академии наук, г. Новосибирск.

Подшивалов В. П., д-р техн. наук, проф., Белорусского национального технического университета г. Минск, Республики Беларусь.

Хмара Л.А., д-р техн. наук, проф., Приднепровской государственной академии Строительства и Архитектуры, заслуженный изобретатель Украины, академик Академии Строительства и Архитектуры Украины, г. Днепрпетровск, Украина.

Щербakov В.С., д-р техн. наук, проф., ФГБОУ ВПО «СибАДИ».

Эдвин Козневски, д-р техн. наук, проф., Польша, г. Белосток (Edwin Kozniewski - doctor of technical science, associate professor, Bialystok University of Technology, Bialystok, Poland).

Editor-in-Chief - **Kirnichny V. Y.**, doctor of economic sciences, associate professor, rector of the Siberian State Automobile and Highway Academy (SibADI)

Deputy editor-in-chief - **Biryukov V.V.**, doctor of economic sciences, professor, pro-rector for scientific research of the Siberian State Automobile and Highway Academy (SibADI)

Members of the editorial board:

Vaclav Skala professor Ing. University of West Bohemia, Plzen (Pilsen), Czech Republic

Vinnikov Y.L., doctor of technical sciences, professor of the Poltava National Technical University named after Yuriy Kondratyuk, a member of the Ukrainian Society of soil mechanics, geotechnics and foundation engineering, the Russian Society for soil mechanics, geotechnics and foundation engineering, ISSMGE, IGS, a member of the Academy of Construction of Ukraine, Ukraine, Poltava.

Gorynin G.L., doctor of physical and mathematical sciences, professor, of the Surgut State University, Surgut.

Zhigadlo A.P., doctor of pedagogical sciences, candidate of technical sciences, associate professor of the Siberian State Automobile and Highway Academy (SibADI).

Zhusupbekov A.Z., Vice - President of ISSMGE in Asia, President of Kazakhstan Geotechnical Association, honorary builder of the Republic of Kazakhstan, director of the Geotechnical Institute, head of the department "Construction" of L.N. Gumilyov Eurasian National University, corresponding member of the National Academy of Engineering of the Republic of Kazakhstan, doctor of technical sciences, professor, Astana, Kazakhstan.

Karl - Heinz Lenz, doctor of technical sciences, Germany, Bergish-Gladbach (Karl - Heinz Lenz, Präsident and professor a. D., Prof. eh mult. Dr-Ing, Germany, Bergische).

Karpov V.V., doctor of economic sciences, professor, director of the Omsk branch of the Financial University under the Government of the Russian Federation, Omsk.

Kenjiro Suzuki professor of National Institution for Academic Degrees and University Evaluation, and professor Emeritus of The University of Tokyo, Japan

Lim Dong Okh, doctor of engineering sciences, professor, President of the Goongbu University, Seoul, South Korea.

Lis Victor, candidate of technical sciences, design-engineer of special cranes of Liebherr - Werk Biberach GmbH (Viktor Lis Dr-Ing. (WAK), Libherr-Werk Biberach GmbH), Mittelbiberach, Germany.

Matveev S.A., doctor of technical sciences, professor, of the Siberian State Automobile and Highway Academy (SibADI).

Mochalin S.M., doctor of technical sciences, professor, of the Siberian State Automobile and Highway Academy (SibADI).

Nemirovskiy Y.V., doctor of physical and mathematical sciences, professor, chief research worker of the Khristianovich Institute of Theoretical and Applied Mechanics SB RAS, Novosibirsk.

Podshivalov V.P., doctor of technical sciences, professor of the Belarusian National Technical University, Minsk, Republic of Belarus.

Khmara L.A., doctor of technical sciences, professor, of the Dnieper State Academy of Construction and Architecture, Honored inventor of Ukraine, an academician of the Academy of Construction and Architecture of Ukraine, Dnepropetrovsk, Ukraine.

Shcherbakov V.S., doctor of technical sciences, professor, of the Siberian State Automobile and Highway Academy (SibADI)

Edwin Kozniewski - doctor of technical sciences, associate professor, Bialystok University of Technology, Bialystok, Poland.

Адрес редакции: 644080, г. Омск, просп. Мира, 5, патентно-информационный отдел, каб. 3226. Тел. (3812) 65-23-45.

e-mail: Vestnik_Sibadi@sibadi.org

Учредитель ФГБОУ ВПО «СибАДИ».

Свидетельство о регистрации ПИ № ФС77-50593 от 11 июля 2012 г. выдано Федеральной службой по надзору в сфере массовых коммуникаций, связи и охраны культурного наследия.

Научный рецензируемый журнал «Вестник СибАДИ» входит в перечень ведущих периодических изданий рекомендованных ВАК решением президиума ВАК от 25.02.2011 г. С 2009 года представлен в Научной Электронной Библиотеке [eLIBRARY.RU](http://elibrary.ru) и включен в Российский индекс научного цитирования (РИНЦ). Подписной индекс 66000 в каталоге агентства "РОСПЕЧАТЬ". Редакционная коллегия осуществляет экспертную оценку, рецензирование и проверку статей на плагиат.

Исполнительный редактор канд. техн. наук, доц. М. Ю. Архипенко; **Выпускающий редактор** Т.В. Куприна

Подписано в печать 09.12.2015 г. Формат 60×84 ½. Гарнитура Agial

Печать оперативная. Бумага офсетная. Усл. печ. л. 12,75. Тираж 500 экз. Заказ _____

Отпечатано в отделе оперативной полиграфии ИПЦ ФГБОУ ВПО СибАДИ

644080, г. Омск, пр. Мира, 5

Печать статей произведена с оригиналов, подготовленных авторами

© ФГБОУ ВПО «СибАДИ», 2015

СОДЕРЖАНИЕ
РАЗДЕЛ I
ТРАНСПОРТ. ТРАНСПОРТНЫЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МАШИНЫ

В.А. Городокин, З.В. Альметова, О.В. Леонова Расчет промежуточного такта цикла работы светофорного объекта	7
А.В. Евстифеев, А.А. Александров, В.В. Евстифеев Выбор схем формирования полых деталей с коническими поверхностями	13
С.С. Журавлев Влияние отключения цилиндров двигателя внутреннего сгорания на рабочий процесс землеройно-транспортной машины	18
Ш.К. Мукушев, В.В. Филиппи Обзор конструкций современных автогрейдеров	24
Ю.В. Ремизович Механизм переключения передач в редукторе	29
С.В. Савельев, Г.Г. Бурый, И. К. Потеряев Применение алгоритма определения параметров вибрационных катков с учетом массы уплотняемого грунта в зоне активного действия вибрации	32
Э.А. Сафронов, К.Э. Сафронов, Е.С. Семенова Управление загрузкой транспортной сети города с учетом повышения доступности пассажирского транспорта	38
Д.А. Скрипниченко Исследование динамических характеристик многоцелевой гусеничной машины при различных схемах установки гидравлических амортизаторов подвески	44
В.С. Щербаков, М.С. Корытов, Е.О. Шершнева Исследование показателей маятниковых колебаний груза, перемещаемого мостовым краном с релейным приводом	50

РАЗДЕЛ II
СТРОИТЕЛЬСТВО. СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ

Г.М. Кадисов Динамика вантового автодорожного моста	58
Е.А. Коротков, К.С. Иванов, И.А. Паткина Гранулированный теплоизоляционный материал на основе опалового сырья для устройства морозозащитных слоев дорожной одежды	65
М.Т. Насковец, А.И. Драчиловский, М.Н. Дини Взаимодействие насыпей лесных автомобильных дорог, содержащих упрочняющие прослойки с торфяными основаниями	71
Н.С. Першин, М.С. Чепчуров Изготовление формообразующих деталей пресс-форм из композиционных материалов	76
Ю.В. Столбов, С.Ю. Столбова, Р.В. Зотов, А.А. Побережный О регламентации точности высотного положения оснований и покрытий взлетно-посадочных полос аэродромов в нормативных документах	81

РАЗДЕЛ III
**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ. СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ
ПРОЕКТИРОВАНИЯ**

А.Л. Ахтулов, Л.Н. Ахтулова, В.А. Осит Разработка математической модели цепного траншейного экскаватора	86
В.П. Денисов, А.П. Домбровский, В.А. Мещеряков Математическое моделирование дополнительного оборудования системы охлаждения двигателя внутреннего сгорания	94
В.Н. Кузнецова, Н.А. Кирюшкина Математическое описание взаимодействия фрезерного рабочего органа с разрабатываемой средой	102

Р.Ю. Сухарев, А. В. Старостин

Алгоритм работы автоматической системы управления рабочим процессом гидравлического одноковшового экскаватора 106

РАЗДЕЛ IV ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ

М.А. Миллер

Разработка и использование передовых производственных технологий в российской промышленности 112

Ю.Ю. Михальчевский

Современное состояние и тенденции развития авиатранспортного комплекса как факторы структурных изменений на рынке труда в авиационной сфере 119

Л.И. Остринская, С.Ю. Пестова, Н.Г. Остринская, Е.Г. Остринская

Оценка эффективности структурных преобразований в системе управления ремонтами при проведении тендеров 128

Е.Ю. Ренгольд

Развитие автомобильного транспорта: российский и зарубежный опыт 133

С.М. Хаирова Е.П. Фомин Б.Г. Хаиров

Совершенствование качества логистических услуг при реализации стратегического подхода в управлении 139

И.А. Чухломина

Определение зависимости эксплуатационных расходов от изменения качественных показателей функционирования инфраструктурных объектов 151

Olga Frik, Hartmut Griese, Alexander Kovalev

Bildung und beruf im migrationsprozess 156

CONTENTS

PART I TRANSPORTATION. TRANSPORT TECHNOLOGICAL MACHINERY

V.A. Gorodokin, Z.V. Almetova, O.V. Leonov The calculation of the intermediate cycle cycle traffic lights	7
A.V. Evstifeev, A.A. Alexandrov, V.V. Evstifeev Selection schemes of formation hollow parts with the taperid surface	13
S.S. Zhuravlev Influence disabling the cylynders of internal combustion engine on working process earthmovers machines	18
Sh. K. Mukushev, V.V. Filippi Review of designs of modern graders	24
Y.V. Remizovich The mechanism of a gear change in the reducer	29
S.V. Savelyev, G.G. Bury, I.K. Poteryaev Application of algorithm of definition parameters of vibration skating rinks taking into account weightthe condensed soil in the zone of active action of vibration	32
E.A. Safronov, K.E. Safronov, E.S. Semenova Download management of the city transport network, given the increase in the availability of passenger transport	38
D.A. Skripnichenko The dynamical characteristics of a multi-purpose tracked vehicles under various schemes of hydraulic shock absorbers suspension	44
V.S. Scherbakov, M. S. Korytov, E.O. Shershneva Research of indicators of pendulum fluctuations of the freight moved with the bridge crane with the relay drive	50

PART II ENGINEERING. BULDING MATERIALS AND STRUCTURES

G.M. Kadisov Dynamics of vantovy avtodorozhny bridge	58
E.A. Korotkov, K.S. Ivanov, I.A. Patkina The granulated heat-insulating material on the basis of opal raw materials for the antifreeze device of layers road clothes	65
M.T. Naskovets, A.I. Drachylovskiy, M.N. Dini Theory of interaction mound forest automobile roads containing einforcing interlayer with peat grounds	71
N.S. Pershin, M.S. Chepchurov Manufacturing the formative mold parts of composite materials	76
Y.Y. Stolbov, S.Y. Stolbova, R.V. Zotov, A.A. Poberezhnyy Regulating heights accuracy base position and covered runway aerodrome in regulatory documents	81

PART III MATHEMATICAL MODELING. SYSTEMS OF AUTOMATION DESIGNING

A.L. Ahtulov, L.N. Ahtulova, V.A. Osit Develop a mathematical model of a chain of trench excavator	86
V.P. Denisov, A. Dombrovsky, V.A. Mescheryakov Mathematical modeling of the additional equipment of the internal combustion engine cooling system	94
V.N. Kuznetsova, N.A. Kiryushkina Analysis of mathematical describe the interaction cutter working body develops environment	102

R.Y. Sukharev, A.V. Starostin Algorithm of automatic control system of hydraulic excavator	106
--	-----

**PART IV
ECONOMICS AND MANAGEMENT**

M.A. Miller Development and using of advanced manufacturing technology in Russian industry	112
U.U. Mihalchevsky The current state and trends of air transport as factors of the labor market structural changes in aviation business	119
L. I. Ostrinskaya, S. Yu. Pestova, N. G. Ostrinskaya, E. G. Ostrinskaya Assessment of the effectiveness of structural reforms in the management system repairs from the introduction of the tender system	128
E.Y. Rengold The development of road transport: Russian and foreign experience	133
C.M. Hairova, E.P. Fomin, B.G. Hairov Improvement of quality of logistic services at realization of strategic approach in management	139
I.A. Chukhlomina The definition of operating costs depending on the change of quality indicators of operation of infrastructure facilities	151
Olga Frik, Hartmut Griese, Alexander Kovalev Bildung und beruf im migrationsprozess	156

РАЗДЕЛ I

ТРАНСПОРТ.

ТРАНСПОРТНЫЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МАШИНЫ

УДК 656.13

РАСЧЕТ ПРОМЕЖУТОЧНОГО ТАКТА ЦИКЛА РАБОТЫ СВЕТОФОРНОГО ОБЪЕКТА

В.А. Городокин, З.В. Альметова, О.В. Леонова
ФГБОУ ВПО (НИУ) Южно-Уральский государственный университет
Россия, г. Челябинск.

Аннотация. В статье авторами предлагается методика расчета промежуточного такта цикла работы светофорного объекта, основой которой является базовый экспертный расчет. Основное внимание уделяется: допустимости завершения проезда перекрестка транспортным средствам, водители которых при включении запрещающего сигнала не располагают технической возможностью остановиться в местах, регламентированных требованиями Правил дорожного движения; показана зависимость расположения конфликтных точек между потоками транспортных средств, завершающих проезд перекрестком и транспортных потоков начинающих движение при включении разрешающего сигнала светофора, от порядка фаз работы светофорного объекта; даны практические рекомендации по выбору взаимного соотношения временных отрезков между запрещающими сигналами: «желтым» и «красным с желтым». Предложен проверочный расчет, корректирующий полученный результат.

Ключевые слова: промежуточный такт цикла работы светофорного объекта, не прибегая к экстренному торможению, безопасность дорожного движения.

Введение

Решение общих задач беззатормозного и безопасного прохождения автомобильным транспортом элементов улично-дорожной сети – одна из важнейших проблем, связанных с эксплуатационными потерями в транспортном движении [1,2,3]. Повышение эффективности работы светофорного объекта неразрывно связано с оптимизацией пропускной способности всего регулируемого узла УДС, включающей рациональное и полное использование цикла работы светофорного объекта [4], приведение в соответствие с нормативными документами таких элементов дороги, как ширина проезжей части, ширина и количество полос, предназначенных для движения транспортных средств [5]; организацию и обустройство дороги островками безопасности и направляющими островками; установку дорожных знаков и нанесение дорожной разметки [6]. При этом расчет цикла работы светофорного объекта является одним из немногих возможных мероприятий, позволяющих повысить эффективность работы автомобильных перевозок и уменьшить

вероятность совершения дорожно-транспортных происшествий при минимальных финансовых затратах [7]. Это может быть достигнуто за счет более правильного и научно обоснованного расчета основного и промежуточного тактов работы светофорного объекта. Решению одной из указанных задач посвящена данная статья.

Предлагаемый расчет промежуточного такта цикла работы светофорного объекта

Длительность промежуточного такта должна быть таковой, чтобы автомобиль, приближающийся к перекрестку на разрешающий сигнал светофора со скоростью свободного транспортного потока, и правомерно въезжающий на перекресток при включении запрещающего «желтого» сигнала, успевал освободить перекресток (миновать конфликтные точки пересечения с автомобилями, начинающими движения в следующей фазе). Речь в данном случае идет о том транспортном средстве, водитель которого не располагал технической возможностью остановиться в месте, регламентированном Правилами дорожного движения, не прибегая при этом к

экстренному торможению. Этим местом может быть либо «стоп–линия», либо ближайшая граница пересекаемой проезжей части, либо ближайшая граница пешеходного перехода [8,9].

С технической точки зрения, указанный отрезок пути можно разложить на два самостоятельных участка, один из которых транспортное средство преодолевает за время, необходимое транспортному средству для остановки перед одним из указанных выше мест (T_o), другое – за время достижения наиболее удаленной конфликтной точки ($T_{дкт}$).

$$t_{заверш} = T_o + T_{дкт} \quad (1)$$

В свою очередь, продолжительность времени, необходимая транспортному средству для остановки определяется по формуле:

$$T_o = (t_1 + t_2 + 0,5t_3) + \frac{v_a}{7,2 \cdot J_{ж'}} \quad (2)$$

где v_a – допустимая скорость транспортного средства в населенном пункте, км/ч (для практических расчетов принимается 60 км/ч); $J_{ж'}$ – среднее замедление транспортного средства при включении запрещающего (желтого) сигнала, м/с² (для сухого асфальтового покрытия в практических расчетах принимается 4,6 м/с²), t_1 – время реакции водителя транспортного средства в сложившейся дорожно-транспортной ситуации, с (для практических расчетов принимается 0,6 с). t_2 – время запаздывания срабатывания тормозного привода транспортного средства, с (для практических расчетов принимается 0,1 с). t_3 – время нарастания замедления транспортного средства в данных дорожных условиях, с (для практических расчетов принимается 0,35 с).

Продолжительность времени движения транспортного средства от «Стоп-линии» до наиболее удаленной конфликтной точки зависит от конфигурации перекрестка, наличия элементов, принудительно вынуждающих снижать скорость (например, трамвайные рельсы и т.п.), стороны перекрестка, с которой начинает движение конфликтующее направление, дальности отнесения «Стоп-линии» данного и конфликтующего направлений относительно края пересекаемой проезжей части, наличия уклонов и т.д. [6,7].

В общем случае продолжительность времени движения транспортного средства от «Стоп-линии» до наиболее удаленной конфликтной точки складывается из самостоятельных отрезков времени, затрачиваемых транспортным средством при движении, например, от «Стоп-линии» до трамвайных путей, пересечение трамвайных путей на пониженной скорости, снижение скорости при выполнении на перекрестке поворота на пересекаемую дорогу, набор скорости при движении к дальней конфликтной точке (ДКТ) и т.д. Суммарное время движения на указанных отрезках пути может быть определено по приводимой ниже формуле:

$$T_{дкт} = 3,6 \frac{l_1}{v_{a1}} + 3,6 \frac{l_2}{v_{a2}} + \dots + 3,6 \frac{l_i}{v_{ai}} + 3,6 \frac{l_a}{v_{ai}} \quad (3)$$

где v_{a1} – средняя скорость транспортных средств при движении на перекрестке перед участком, требующим снижения скорости при прямолинейном движении, км/ч (для практических расчетов $v_{a1} = 50$ км/ч); v_{a2} – средняя скорость транспортных средств в зоне перекрестка в процессе движения на повороте после прямолинейного участка, км/ч (для практических расчетов принимается, при повороте направо $v_{a2} = 25$ км/ч, при повороте налево $v_{a2} = 30$ км/ч); v_{a3} – средняя скорость транспортных средств при движении в зоне перекрестка при пересечении трамвайных путей, км/ч (для практических расчетов $v_{a3} = 20$ км/ч); v_{ai} – средняя скорость транспортных средств при движении в зоне перекрестка после поворота направо (налево) или пересечения трамвайных путей и движения к ДКТ, км/ч (для практических расчетов $v_{ai} = 30$ км/ч); l_i – расстояние от «стоп – линии» (границы пересекаемой проезжей части или пешеходного перехода) до самой дальней конфликтной точки, м (замеряется по фактическому отрезку пути на масштабной схеме) и включает в себя все преодолеваемые участки пути ($l_1; l_2; l_3; \dots, l_i$); l_a – длина транспортного средства, наиболее часто встречающегося в потоке, м (для практических расчетов принимается равной 4,5 м).

Некоторая сложность существует при определении места расположения наиболее удаленной конфликтной точки (ДКТ). Способ ее определения показан на рисунке 1.

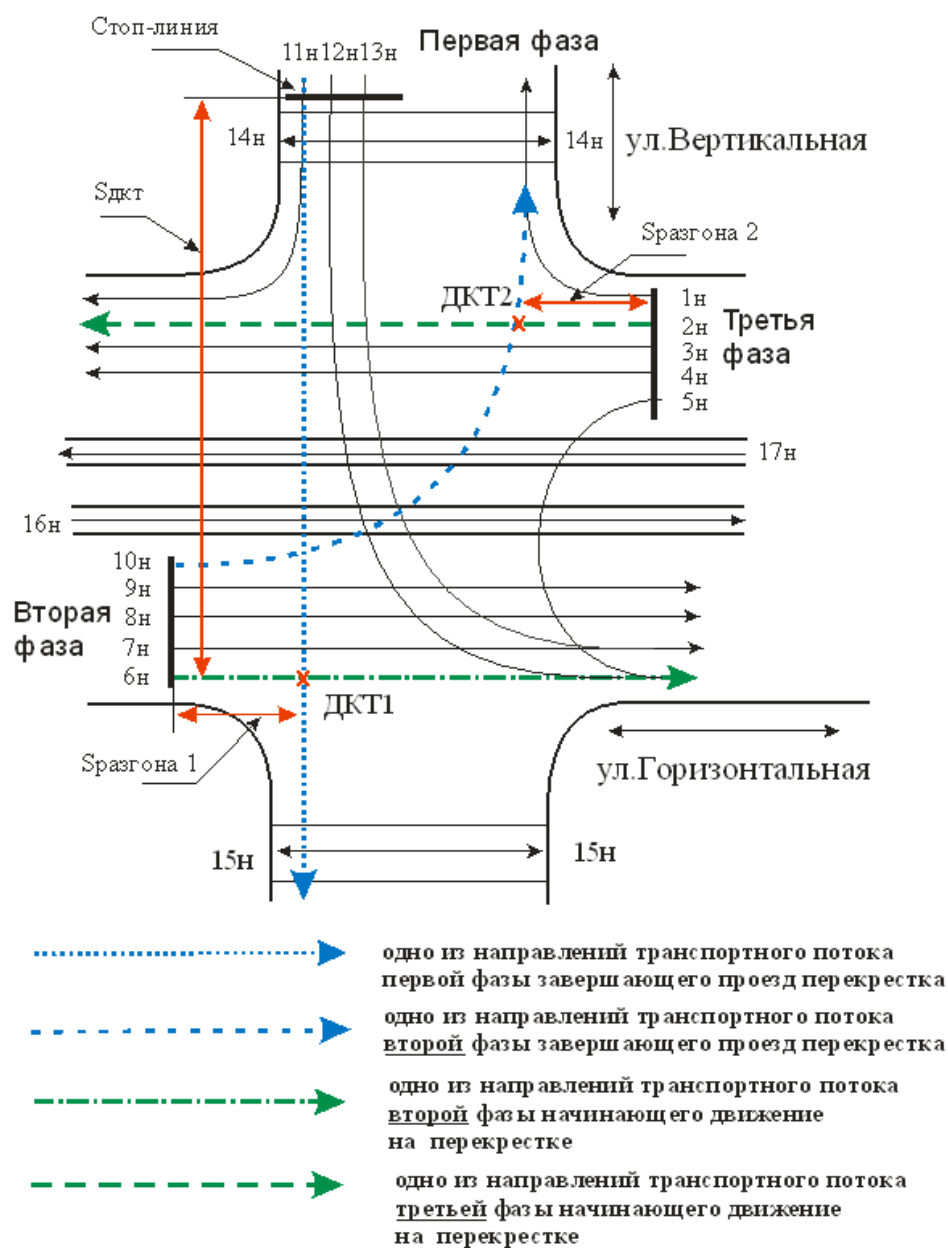


Рис. 1. Определение места расположения ДКТ

Как видно на представленной схеме перекрестка, положение ДКТ меняется в зависимости от порядка включения фаз на светофорном объекте, и при завершении проезда перекрестка транспортным потоком первой фазы ДКТ с транспортным потоком, начинающим движение во второй фазе, будет располагаться в точке «ДКТ 1». Соответственно, ДКТ транспортного потока, завершающего проезд перекрестка во второй с потоком начинающим движение в третьей фазе, будет находиться в «ДКТ 2».

Вместе с тем, в случае приведения к равному значению промежуточного такта и про-

должительности времени с момента включения запрещающего «желтого» сигнала светофора для направления, завершающего проезд перекрестка, и достижения последним, имеющим право въезда на перекресток транспортным средством, наиболее удаленной конфликтной точки, полученная таким образом продолжительность промежуточного такта будет излишне велика, с точки зрения безопасности дорожного движения. Объясняется это тем, что запрещающий «желтый с красным» сигнал светофора для направления, начинающего движение, запрещает его до момента включения разрешающего «зеле-

ного» сигнала. Соответственно, к указанному моменту поток транспортных средств, завершающих проезд перекрестка, уже преодолеет конфликтную точку. В результате в транспортном потоке появляется излишний «запас прочности» по безопасности движения, и между транспортными средствами, завершающими проезд перекрестка, и начинающими движение происходит «разрыв». С целью оптимизации работы светофорного объекта при сохранении достигнутого уровня безопасности, продолжительность промежуточного такта может быть уменьшена и представлять собой разность между продолжительностью времени с момента включения запрещающего «желтого» сигнала светофора для направления завершающего проезд перекрестка, и достижения последним транспортным средством, имеющим право въезда на перекресток наиболее удаленной конфликтной точки ($t_{\text{заверш}}$), и продолжительностью отрезка времени, необходимого транспортным средствам, начинающим движение на разрешающий сигнал светофора, достигнуть дальней конфликтной точки ($t_{\text{нач}}$).

В свою очередь, продолжительность времени с момента начала движения транспортных средств на разрешающий сигнал светофора до момента достижения дальней конфликтной точки с транспортными средствами, завершающими проезд перекрестка ($t_{\text{нач}}$) может быть определена по формуле, приведенной ниже,

$$t_{\text{нач}} = t_{\text{разгона}} + t_{\text{задержки}}, \quad (4)$$

где $t_{\text{задержки}}$ – время запаздывания начала движения первого из автомобилей, начинающих движение по конфликтующему направлению, с (для практических расчетов принимается 1,0 с); $t_{\text{разгона}}$ – время необходимое транспортному средству, начинающему движение на разрешающий сигнал светофора, для достижения ДКТ, с.

Соответственно, время необходимое транспортному средству, начинающему движение на разрешающий сигнал светофора, для достижения ДКТ ($t_{\text{разгона}}$) определяется по формуле,

$$t_{\text{разгона}} = \sqrt{\frac{2S_{\text{разг}}}{a}}, \quad (5)$$

где $S_{\text{разг}}$ – расстояние, преодолеваемое транспортным средством конфликтующего направления от места остановки («стоп-линия», граница пересекаемой проезжей части, граница пешеходного перехода) до ДКТ, м (замеряется по фактическому отрезку пути на

масштабной схеме); a – ускорение, с которым начинает разгон транспортное средство конфликтующего направления м/с² (принимается для практических расчетов 1,5 м/с²).

Таким образом, продолжительность промежуточного такта может быть рассчитана по формуле:

$$t_{\text{пром}} = (t_1 + t_2 + 0,5t_3) + \frac{v_a}{7,2 \cdot JЖ} + 3,6 \frac{l_{i1}}{v_{a1}} + 3,6 \frac{l_2}{v_{a2}} + \dots + 3,6 \frac{l_i}{v_{ai}} + 3,6 \frac{l_a}{v_{ai}} - \sqrt{\frac{2S_{\text{разг}}}{a}} - 1. \quad (6)$$

Как следует из формулы (6), приведенной выше, продолжительность промежуточного такта будет тем меньше, чем дальше от ДТП будет располагаться транспортный поток, начинающий движение в следующей фазе.

Полученное при расчетах значение промежуточного такта с десятичными долями, с точки зрения безопасности дорожного движения, должно округляться в большую сторону.

При получении расчетного значения времени промежуточного такта в диапазоне до 3-х секунд, его необходимо увеличить до максимума – 3 сек, и в светофорном цикле принять за время включения запрещающего желтого сигнала для направления транспортных средств, завершающих проезд перекрестка. В случае получения продолжительности промежуточного такта 2 с и менее, для потока транспортных средств, начинающих движения допустимо устанавливать продолжительность включения запрещающего сигнала «красный с желтым», равным 2 секундам. При получении значения $t_{\text{пром}}$ в диапазоне от 2-х до 3-х секунд его продолжительность для направления начинающего движение не должна быть менее 3х секунд.

В случае получения результата продолжительности промежуточного такта в пределах от 3-х до 5-ти секунд, продолжительность промежуточного такта будет формироваться из двух составляющих, первая, равная 3-м сек – запрещающий «желтый» сигнал для направления транспортных средств, завершающих проезд перекрестка, вторая, представляющая собой запрещающий сигнал «красный с желтым», будет иметь продолжительность 2–3 сек. При продолжительности запрещающего сигнала «красный с желтым» 3 секунды и общей продолжительности промежуточного такта 5 секунд, произойдет перекрытие запрещающих сигналов на 1 секунду. При 2 - х секундной продолжительности запрещающего сигнала «красный с желтым» перекрытия сигналов не будет.

При продолжительности промежуточного такта 6 секунд запрещающие сигналы для конфликтующих направлений будут включены последовательно без перерыва, каждый по 3 секунды.

При продолжительности промежуточного такта 7 и более секунд, его структура будет формироваться из трех составляющих. Первая из 3-х секунд запрещающего «желтого» сигнала для направления транспортных средств, завершающих проезд перекрестка, вторая представит собой включение запрещающего «красного» сигнала для всех конфликтующих направлений, и третья составляющая промежуточного такта будет представлена запрещающим сигналом «красный с желтым», для направления, начинающего движение через перекресток. Продолжительность третьей составляющей будет равна 2 сек.

Стартовая задержка обусловлена частым явлением начала движения водителей транспортных средств не на момент включения разрешающего «зеленого» сигнала светофора, а с некоторым запаздыванием. С точки зрения продолжительности основного такта, данное время стартовой задержки будет «потерянным временем». Уменьшение продолжительности промежуточного такта на величину «стартовой задержки» позволит в некоторой степени компенсировать «потерянное время».

Наиболее рациональным принято считать продолжительность времени промежуточного такта 3–5 сек. Объясняется это достаточностью 3-х секунд для психологической оценки ситуации и принятия решения о завершении проезда перекрестка или принятия мер к остановке, а также психологически достаточных 2-х секунд на включение сигнала «красный с желтым» для подготовки водителей к смене запрещающего сигнала на разрешающий, дающих в сумме 5 секунд. При необходимости, более продолжительный период запрещения движения может быть организован только за счет одновременного запрета движения в обоих конфликтующих направлениях, т. е. включения общего запрещающего красного сигнала. Анализ показывает, что увеличение общего перекрытия движения в обоих конфликтующих направлениях на более длительный отрезок времени (более 1 секунды) ведет, нередко, к нарушению водителями Правил дорожного движения, что проявляется в начале движения на запрещающий «красный с желтым» сигнал светофора.

При расчете промежуточного такта необходимо учитывать, тот факт, что в период промежуточного такта заканчивают движение и пешеходы, ранее переходившие проезжую часть на разрешающий сигнал светофора. За время t_{ni} пешеход должен или вернуться на тротуар, откуда он начал движение, или дойти до середины проезжей части (островка безопасности, разделительной полосы, линии, разделяющей потоки встречных направлений). Максимальное время, которое потребуется для этого пешеходу определяется по формуле:

$$t_{ni(nw)} = B_{nw}/4 \cdot V_{nw}, \quad (7)$$

где B_{nw} – ширина проезжей части, пересекаемой пешеходами в i -ой фазе регулирования, м; V_{nw} – расчетная скорость движения пешеходов, м/с (обычно принимается 1,3 м/с).

Учитывая, что продолжительность промежуточного такта одина для всех фаз цикла работы светофорного объекта, в качестве промежуточного такта выбирают наибольшее значение из $t_{пром}^i$ и $t_{ni(nw)}$.

Таким образом, предложенный расчет промежуточного такта работы светофорного объекта, должен позволить, с одной стороны, оптимизировать процесс преодоления транспортным потоком одного из наиболее сложных участков улично-дорожной сети, с другой, повысить безопасность за счет минимизации количества конфликтных точек.

Библиографический список

1. Городокин, В.А., Кудрявцева, А.В. Установление причинно-следственных связей между действием (бездействием) участников дорожного движения и событием – дорожно-транспортным происшествием: монография / В.А. Городокин, А.В. Кудрявцева. – М.: Юрлит-информ. – 2015. – 192 с.
2. Городокин, В.А. О некоторых проблемах безопасности пешеходов / В.А. Городокин, З.В. Альметова // Модернизация и научные исследования в транспортном комплексе. Изд-во: ПНИПУ – 2015. – № 1. – С. 231-237.
3. Pogotovkina, N.S., Almetova, Z.V., Gorchakov, Y.N., Kosyakov, S.A., Kheday, V.D. Motorization in Russia: Challenges and solutions [Электронный ресурс] // N.S. Pogotovkina, Z.V. Almetova, Y.N. Gorchakov, S.A. Kosyakov, V.D. Kheday. – Электр. текстовые дан.. – International Journal of Applied Engineering Research. – Publisher: India Publications. – Pages 34443–34448. – <http://www.scopus.com/results/> режим доступа, свободный.
4. Коноплянко, В.И. Организация и безопасность движения: учебник для вузов / В.И. Коноплянко. – М.: Высш. шк. – 2007. – 383 с.

5. Евтюков, С.А., Васильев, Я.В. Экспертиза ДТП: справочник / С.А. Евтюков, Я.В. Васильев. – Изд-во: ДНК, СПб. – 2006. – 189 с.

6. Кременец, Ю.А. Технические средства организации дорожного движения: учебник для вузов / Ю.А. Кременец, М.П. Печерский, М.Б. Афанасьев. – М.: ИКЦ «Академкнига». – 2005. – 279 с.

7. Типовые экспертные методики исследования вещественных доказательств. Часть 1. / под редакцией к.т.н. Ю.М. Дильдина. – М.: ИНТЕРКРИМ–ПРЕСС. – 2010. – 568 с.

8. Судебная автотехническая экспертиза. Учебно-методическое пособие для экспертов, судей, следователей, дознавателей и адвокатов под ред. В.А. Иларионова. М.: Судэкс. – 2014. – 156 с.

9. Суворов, Ю.Б. Судебная дорожно-транспортная экспертиза. Судебно-экспертная оценка действий водителей и других лиц, ответственных за обеспечение безопасности дорожного движения, на участках ДТП: учебное пособие / Ю.Б. Суворов. – М.: Изд-во «Экзамен». – 2003. – 208 с.

THE CALCULATION OF THE INTERMEDIATE CYCLE CYCLE TRAFFIC LIGHTS

V.A. Gorodokin, Z.V. Almetova, O.V. Leonov

Abstract. The authors suggest methods of calculation of the intermediate cycle cycle a traffic light based on the basic expert calculation. Focus on: the permissibility of completion of journey of the intersection to vehicles (TC), whose drivers when you turn on forbidding signal does not have the technical ability to stay in the field, regulated by the requirements of traffic Regulations; the dependence of the location of conflict points between vehicle flows, which is the final passage of the intersection and traffic flow beginners movement when switched on allowing signal of the traffic light, on the order of phases of work traffic lights object; practical recommendations on the choice of mutual correlation of time intervals between signals prohibiting «yellow» and «red with yellow». Proposed test calculation, correcting the result.

Keywords: interim measure work cycle of a traffic light, without resorting to emergency braking, traffic safety.

References

1. Gorodokin V.A., Kudriavtseva, A.V. *Ustanovlenie prichinno-sledstvennykh svyazey mezhdu deistviem (bezdeistviem) uchastnikov dorozhnogo dvizheniia i sobytiiem – dorozhno-transportnym proisheshstviem: monografiia* [Establishing a causal link between the actions (or inaction) of road users and the event - road transport Events]. Moscow, IurLit-inform. 2015. 192 p.

2. Gorodokin V.A., Al'metova Z.V. O nekotorykh problemakh bezopasnosti peshekhodov.[On some problems of pedestrian safety]. *Modernizatsiia i nauchnye issledovaniia v transportnom komplekse*. Izd-vo: PNIPU, 2015, no 1. pp. 231-237.

3. Pogotovkina N.S., Almetova Z.V., Gorchakov, Y.N., Kosyakov S.A., Khgay V.D. Motorization in

Russia: Challenges and solutions. International Journal of Applied Engineering Research. – Publisher: India Publications. – Pages 34443–34448. – <http://www.scopus.com/results/>

4. Konoplianko V.I. *Organizatsiia i bezopasnost' dvizheniia: uchebnik dlia vuzov* [Organization and traffic safety: a textbook for high schools]. Moscow, 2007. 383 p.

5. Evtiukov S.A., Vasil'ev, Ia. V. *Ekspertiza DTP: spravochnik* [Examination of the accident: a handbook]. St. Petersburg, 2006. 189 p.

6. Kremenets Iu.A., Pecherskii M.P., Afanas'ev M.B. *Tekhnicheskie sredstva organizatsii dorozhnogo dvizheniia: uchebnik dlia vuzov* [Technical means of traffic management: a textbook for high schools]. Moscow, 2005. 279 p.

7 *Tipovye ekspertnye metodiki issledovaniia veshchestvennykh dokazatel'stv. Chast' 1. pod redaktsiei k.t.n. Iu.M. Dil'dina* [Typical research methods expert evidence. Part 1 edited by Ph.D. YM Dildina.]. Moscow, 2010. 568 p.

8. *Sudebnaia avtotekhnicheskaja ekspertiza. Uchebno-metodicheskoe posobie dlia ekspertov, sudei, sledovatelei, doznavatelei i advokatov pod red* [Judicial autotechnical examination. Study guide for experts, judges, investigators, investigators and lawyers ed.] Moscow, 2014. 156 p.

9. Suvorov Iu.B. *Sudebnaia dorozhno-transportnaia ekspertiza. Sudebno-ekspertnaia otsenka deistvii voditelei i drugikh lits, otvetstvennykh za obespechenie bezopasnosti dorozhnogo dvizheniia, na uchastkakh DTP* [Forensic examination of road transport. Forensic expert evaluation of actions of the driver and other persons responsible for ensuring road safety in the areas of road accident]. Moscow, 2003. 208 p.

Городокин Владимир Анатольевич (Россия, Челябинск) – кандидат юридических наук, профессор кафедры «Эксплуатация автомобильного транспорта» ФГБОУ ВПО «ЮУрГУ» (НИУ) (454080, г. Челябинск, пр. Ленина, 76, e-mail: qorodok_vlad@mail.ru).

Альметова Злата Викторовна (Россия, Челябинск) – кандидат технических наук, доцент кафедры «Эксплуатация автомобильного транспорта» ФГБОУ ВПО «ЮУрГУ» (НИУ) (454080, г. Челябинск, пр. Ленина, 76, e-mail: zlata.almetova@yandex.ru).

Леонова Ольга Владимировна (Россия, Челябинск) – магистрант АТ-168 кафедры «Эксплуатация автомобильного транспорта» ФГБОУ ВПО «ЮУрГУ» (НИУ) (454080, г. Челябинск, пр. Ленина, 76, e-mail: lov-62@mail.ru).

Vladimir A. Gorodokin (Russian Federation, Chelyabinsk) – candidate of jurisprudence sciences, Professor of chair «Exploitation of road transport» of fsbei HPE «SUSU» (NRU) (454080, Chelyabinsk, Lenin Avenue, 76 e-mail qorodok_vlad@mail.ru).

Zlata V. Almetova (Russian Federation, Chelyabinsk) – candidate of technical sciences, associate Professor of «Exploitation of road transport» of fsbei HPE "SUSU" (NRU) (454080, Chelyabinsk, Lenin Avenue, 76 e-mail: zlata.almetova@yandex.ru).

Olga V. Leonova (Russian Federation, Chelyabinsk) – undergraduate at-168 at the Department of «Exploitation of road transport» of fsbei HPE "SUSU" (NRU) (454080, Chelyabinsk, Lenin Avenue, 76 e-mail: lov-62@mail.ru).

УДК 621. 777: 621.948.5

ВЫБОР СХЕМ ФОРМИРОВАНИЯ ПОЛЫХ ДЕТАЛЕЙ С КОНИЧЕСКИМИ ПОВЕРХНОСТЯМИ

А.В. Евстифеев¹, А.А. Александров², В.В. Евстифеев²

¹ОПО «Иртыш», Россия, г. Омск;

²ФГБОУ ВПО СибАДИ, Россия, г. Омск.

Аннотация. Описываются различные технологии получения методом холодной объемной штамповки полых деталей с коническими поверхностями из сплошных и трубчатых заготовок, проанализированы преимущества и недостатки некоторых способов деформирования. Представлены результаты математического моделирования с использованием специализированной конечно-элементной системы Super Forge и метода верхней оценки процессов штамповки полых деталей с внутренней конической поверхностью. Сделаны выводы о возможности снижения сил деформирования за счет изменения конструкции оснастки.

Ключевые слова: холодная объемная штамповка, полые детали с коническими поверхностями, силы деформирования, подвижная матрица, моделирование методом верхней оценки.

Введение

Большинство операций холодной объемной штамповки характеризуется высоким уровнем отрицательных гидростатических давлений, что и определяет возникновение значительных нагрузок на инструмент, иногда на уровне предельно допустимых. Кроме того, приходится не только назначать последовательность формоизменяющих операций и анализировать силовой режим на каждой из них, но и оценивать возможность получения изделий без дефектов в виде трещин, утяжин, нарушений формы и структуры металла [1]. Высокая стойкость деформирующего инструмента связана с наименьшими силами деформирования. Поэтому приходится учитывать и реактивное действие сил трения по стенкам матриц, увеличивающих сопротивление деформированию. И если выдавливание производить в инструментальной наладке с

одним из подвижных инструментов, то силы трения переводятся в активные [2,3].

Анализ процессов штамповки деталей с коническими поверхностями

Детали с коническими поверхностями, показанные на рисунке 1, изготавливаются из сплошных или полых заготовок. Причем, детали с внутренними коническими поверхностями (рис. 1а и 1в) чаще всего штампуются по технологии, включающей операции обратного выдавливания пуансонами с формой, соответствующей форме полости, и последующего удаления дна стакана пробивкой или торцовкой (с потерей металла стружку), что показано на рисунке 2. Такие технологии не подходят для деталей с наружными коническими поверхностями (рис. 1б), так как в процессе прошивки заготовки цилиндрическим пуансоном наружная поверхность не контролируется матрицей.

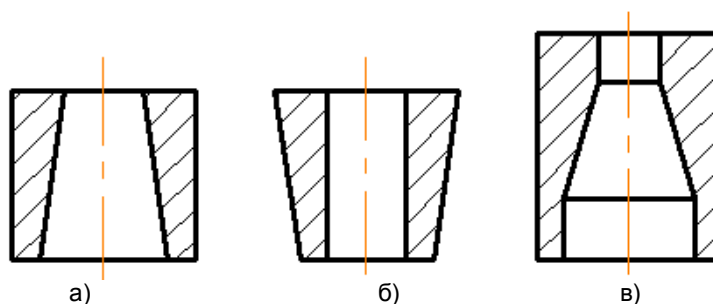


Рис. 1. Детали полые с коническими поверхностями:
а – с внутренней конической поверхностью; б – с наружной конической поверхностью;
в – сложной формы

Что касается силового режима процесса внедрения конических пуансонов, то можно руководствоваться данными, полученными рядом исследователей [4-9]. На рисунке 3 представлены некоторые результаты математического моделирования процессов штамповки изделий типа «стакан» с использованием специализированной конечно-элементной системы Super Forge для определения формы очага пластической деформации и интенсивности деформаций. Это позволило построить кинематически возможные

поля линий скольжения при выдавливании металла фасонными пуансонами (конического с углом наклона образующих к горизонтали в 60° и торцевой площадкой, конического с углом наклона образующих к горизонтали в 60° и др.) и годографы скоростей. Методом верхней оценки вычислены относительные удельные силы деформирования для умеренных степеней формоизменения (40 – 50)% - (таблица 1). Видно, что нагрузки близки к предельным для инструментов.

Таблица – 1 Относительные удельные силы

Вариант	Пуансоны фасонные с углом наклона образующих, α°				Пуансоны простой формы	
	15	30	45	60	Плоский	Конический, $\alpha - 60^\circ$
1	2,84	2,79	2,76	2,80	2,97	2,46
2	2,40	2,55	2,93	2,95	2,93	2,46
3	2,85	3,00	3,22	2,89	2,89	2,47

Примечание: Номер варианта определяется положением нижней точки поля линий скольжения на линии (2 – 3).

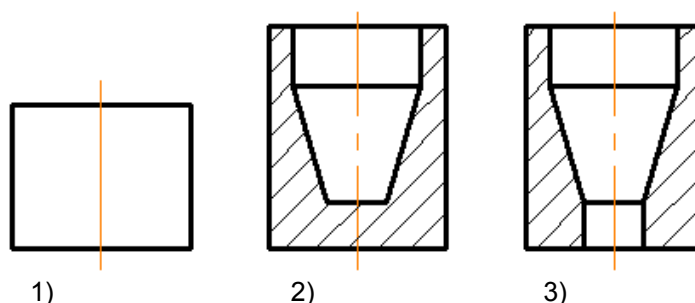


Рис. 2. Типовая технология формирования детали с внутренней конической полостью:
1 – исходная заготовка; 2 – выдавливание обратное; 3 – удаление дна

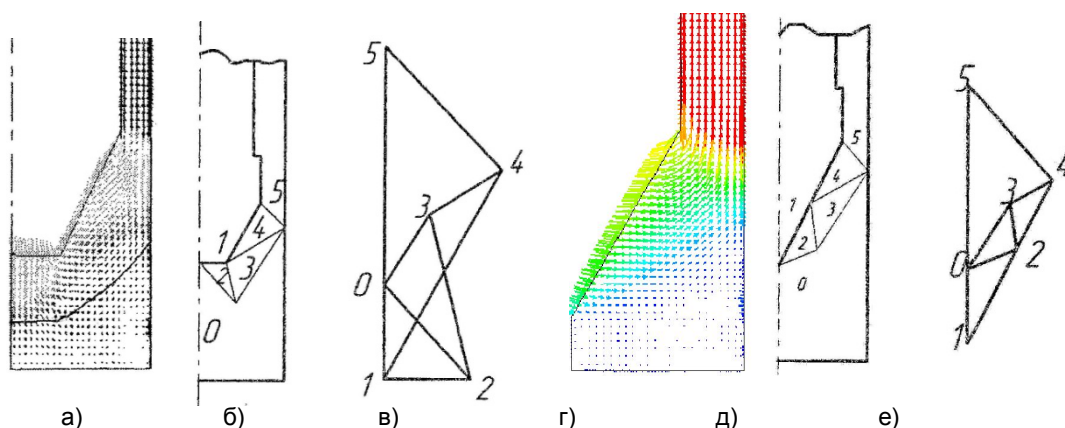


Рис. 3. Поля деформации (одни из вариантов) под пуансонами с рабочими поверхностями в виде усеченного конуса (а) и конуса (б), и соответствующие им кинематически возможные поля линий скольжения (б и д) и годографы скоростей (в и е)

Поэтому представляется целесообразным переход на технологии прямого выдавливания в жестких матрицах (рис. 4а) или в инструментальных наладках с подвижной матрицей, которая показана на рисунке 4б. В по-

следнее случае силы трения со стороны матрицы играют активную роль. Кроме того, в инструменте с подвижной матрицей можно штамповать детали с конической полостью из сплошной заготовки (рис.4в).

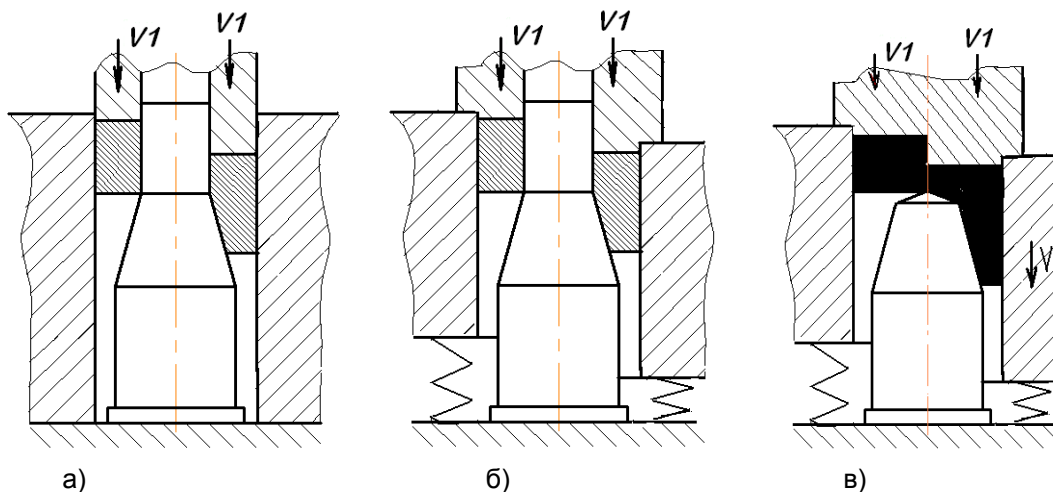


Рис. 4. Деформирование кольцевых заготовок выдавливанием в зазор между неподвижными контрпуансоном и матрицей (а) и неподвижным контрпуансоном и подвижной матрицей (б); выдавливание сплошной заготовки в зазор между неподвижным контрпуансоном и подвижной матрицей (в)

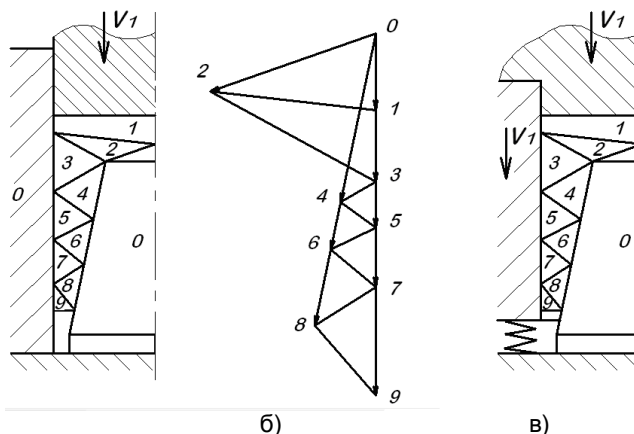


Рис. 5. Поля линий скольжения: а) для процесса выдавливания металла в жесткой матрице; в) для процесса выдавливания металла в подвижной матрице; б) обобщенный годограф скоростей

Величину деформирующей силы выдавливания можно определить теоретическим методом верхней оценки (МВО) [4] с использованием схемы процесса и годографа скоростей, приняв плоскую схему деформации. Годограф скоростей (рис. 5,б), где из полюсной точки O построены векторы скоростей, с нумерацией, соответствующих блоков, будет иметь одинаковый вид для обеих схем штамповки, показанных на рисунке 5,а и 5,в. Вместе с тем в процессе выдавливания в штампе с подвижной матрицей затраты на преодоление сил трения, действующих на поверхности контакта между деформируемой заготовкой и матрицей, существенно ниже за счет уменьшения скорости на величину V_1 .

Отметим, что построение годографа является наиболее трудоемким расчетным этапом известного теоретического метода. Однако определить величину деформирующей силы выдавливания можно и без построения годографа скоростей, используя только расчетную схему процесса. В этом случае удельная сила, действующая на пуансоне, представляется суммой, вычисленных по уравнениям (1) и (2), долей этой силы, затрачиваемых на сдвиг и трение по границам блоков в соответствии со схемой процесса пластической деформации.

$$p_i = \tau_k \frac{l_i}{h_i}, \quad (1)$$

$$p_{ij} = \tau_s \frac{l_{ij}^2}{h_i h_j} \sin \alpha, \quad (2)$$

где τ_s – предел текучести металла на сдвиг; τ_k – контактное касательное напряжение, l_{ij} – длины границ между блоками i и j ; l_i и l_j – длины сторон i -го и j -го блоков параллельные линиям тока в этих треугольных блоках, h_i и h_j – высоты блоков; α – угол поворота линии тока на смежной границе блоков i и j .

Выводы

Проведенный анализ разработанных схем штамповки полых изделий показал, что предложенные схемы прямого выдавливания заготовки в штампе в подвижной матрице позволяет снизить технологическую нагрузку и повысить стойкость деформирующего инструмента по сравнению не только с прямым выдавливанием в неподвижной матрице, но и с обратным выдавливанием. Предложенные формулы позволяют упростить расчет процессов.

Библиографический список

1. Евстифеев, В.В. Выбор вариантов технологических процессов холодной объемной штамповки по показателям штампуемости металла. Анализ и синтез механических систем: Сб. науч. тр. / В.В. Евстифеев, А.В. Евстифеев. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 1998. – С. 4 – 8.
2. А.с. № 160931 (СССР). Способ обратного выдавливания детали типа стакан / С. Ш. Яшаяев. Опубл. 15.09.62.
3. РД 37.002.0465-85. Холодная объемная штамповка специальных крепежных и фасонных деталей. Технологические процессы и инструмент. – Горький: КТИавтометиз, 1986. – 83 с.
4. Сконечный, А.И. Определение удельных усилий закрытой прошивки методом верхней оценки. Исследование машин и технологий кузнечно-штамповочного производства: Сб. науч. тр. / А.И. Сконечный. – Челябинск: Изд-во ЧПУ, 1974. – С. 53 – 59.
5. Евстифеев, В.В. Сравнение усилий прошивки заготовки пуансонами с фасонными торцами. Прикладные задачи механики: Сб. науч. тр. / В.В. Евстифеев, М.А. Шеховцова, А.В. Евстифеев. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2003. – С. 184 – 189.
6. Евстифеев, В.В. Моделирование процесса обратного выдавливания с использованием ЭВМ. Анализ и синтез механических систем: Сб. науч. тр. / В.В. Евстифеев, М.А. Шеховцова, А.А. Александров. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2005. – С. 146 – 153.
7. Филимонов, Ю.Ф. Штамповка прессованием / Ю.Ф. Филимонов, Л.А. Позняк. – М.: Машиностроение, 1964. – 188 с.
8. Howard F., Dennison H.A.L. and Angus N. Some investigation into the cold extrusion of still // Sheet Metal Industries, 1961. 38 (410).
9. Дмитриев, А.М. Влияние формы пуансона на пластическое течение металла при выдавливании стаканов / А.М. Дмитриев, Г.А. Воронцов // Наука и технологии: Избр. тр. Российской школы. Серия «Технологии и обработка металлов давлением». М.: РАН, 2005. – С. 85-94.

SELECTION SCHEMES OF FORMATION HOLLOW PARTS WITH THE TAPERED SURFACE

A.V. Evstifeev, A.A. Alexandrov, V.V. Evstifeev

Abstract. It describes different technologies obtained by cold forming of hollow parts with conical surfaces of solid and tubular billets, analyzed the advantages and disadvantages of certain methods of deformation. The results of mathematical modeling using a specialized system of finite-element Super Forge and the method of forming the upper assessment process hollow parts with internal conical surface. Conclusions on the possibility of reducing the forces of deformation due to changes in construction equipment.

Keywords: cold forging, hollow parts with conical surfaces, deformation force the movable matrix simulation by the upper bound.

References

1. Evstifeev V.V., Evstifeev A.V. Vybora variantov tehnologicheskikh processov holodnoj ob'emnoj shtampovki po pokazateljam shtampuemosti metalla. Analiz i sintez mehanicheskikh sistem [Choices for technological processes of cold forming in terms of metal formability. Analysis and synthesis of mechanical systems]. *Sb. nauch. tr. Omsk: Izd-vo OmGTU*, 1998. pp. 4 – 8.

2. A.s. № 160931 (SSSR). *Sposob obratnogo vydavlivaniya detali tipa stakan* [AS Number 160 931 (USSR). The method of reverse extrusion parts such as glass]. S. Sh. Jashajev. Opubl. 15.09.62.

3. RD 37.002.0465-85. *Holodnaja ob'emnaja shtampovka special'nyh krepezhnyh i fasonnyh detalej. Tehnologicheskie processy i instrument* [RD 37.002.0465-85. Cold forging of special fasteners and fittings. Processes and tools]. Gor'kij: KTIavtometiz, 1986. 83 p.

4. Skonechnyj A.I. *Opreделение udel'nyh usilij zakrytoj proshivki metodom verhnej ocenki. Issledovanie mashin i tehnologij kuznechno-shtampovochnogo proizvodstva: Sb. nauch. tr.* [Defining specific effort by firmware closed upper bound. The study of machines and technologies of forging and stamping production]. Cheljabinsk: Izd-vo ChPU, 1974. pp. 53 – 59.

5. Evstifeev V.V., Shehovcova M.A., Evstifeev A.V. *Sravnenie usilij proshivki zagotovki puansonami s fasonnymi torcami. Prikladnye zadachi mehaniki: Sb. nauch. tr.* [Comparison of effort firmware blank punches with shaped ends. Applied problems of mechanics]. Omsk: Izd-vo OmGTU, 2003. pp. 184 – 189.

6. Evstifeev V.V., Shehovcova M.A., Aleksandrov A.A. *Modelirovanie processa obratnogo vydavlivaniya s ispol'zovaniem JeVM. Analiz i sintez mehanicheskikh sistem: Sb. nauch. tr.* [Reverse extrusion process simulation using a computer. Analysis and synthesis of mechanical systems]. Omsk: Izd-vo OmGTU, 2005. pp. 146 – 153.

7. Filimonov Ju.F., Poznjak L.A. *Shtampovka pressovaniem* [Punching compression]. Moscow, Mashinostroenie, 1964. 188 p.

8. Howard F., Dennison H.A.L. and Angus N. Some investigation into the cold extrusion of still // *Sheet Metal Industries*, 1961. 38 (410).

9. Dmitriev A.M., Voroncov G.A. Vlijanie formy puasona na plasticheskoe techenie metalla pri vydavlivanii stakanov [The impact of the punch to form the plastic flow of metal during extrusion glasses]. *Nauka i tehnologii: Izbr. tr. Rossijskoj shkoly. Serija «Tehnologii i obrabotka metallov davleniem»*. Moscow, RAN, 2005. pp. 85-94.

Евстифеев Александр Владиславович (Россия, г. Омск) – инженер ОПО «Иртыш» (644060, ул. Гуртьева, 18, e-mail: a_evstifeev@mail.ru).

Александров Александр Александрович (Россия, г. Омск) – доктор технических наук, доцент, профессор кафедры «Строительные конструкции» ФГБОУ ВПО «СибАДИ» (644080, г. Омск, пр. Мира, 5).

Евстифеев Владислав Викторович (Россия, г. Омск) – доктор технических наук, профессор кафедры «Автомобили, конструкционные материалы и технологии», ФГБОУ ВПО «СибАДИ» (644080, г. Омск, пр. Мира, 5, e-mail: VladEvst@mail.ru).

Evstifeev Aleksandr Vladislavovich Russian Federation, Omsk) – engineer of OPO «Irtys» (644060, Gyrtva, 18, e-mail: a_evstifeev@mail.ru).

Alexandrov Alexander Aleksandrovich (Russian Federation, Omsk) – doctor of technical sciences, professor of the department "Building structure" of The Siberian state automobile and highway academy (SibADI) (644080, Omsk, Mira Ave., 5).

Evstifeev Vladislav Victorovich (Russian Federation, Omsk) – doctor of technical sciences, professor of the department "Automobiles, construction materials and technologies", of The Siberian State Automobile and Highway academy (SibADI). (644080, Omsk, Mira Ave. 5, e-mail: 5, e-mail: VladEvst@mail.ru).

УДК 621.43

ВЛИЯНИЕ ОТКЛЮЧЕНИЯ ЦИЛИНДРОВ ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ НА РАБОЧИЙ ПРОЦЕСС ЗЕМЛЕРОЙНО-ТРАНСПОРТНОЙ МАШИНЫ

С.С. Журавлев

ФГБОУ ВПО «СибАДИ», Россия, г. Омск.

Аннотация. В статье рассмотрено влияние отключения цилиндров на изменения характеристик силовой установки землеройно-транспортной машины в различных режимах работы, произведен расчет дизельных двигателей с последующим анализом показателей их работы при различных алгоритмах отключения цилиндров, проведена оценка возможности использования дополнительного маховика для стабилизации частоты вращения коленчатого вала двигателя во время рабочего процесса.

Ключевые слова: землеройно-транспортная машина, двигатель, крутящий момент, маховик, момент инерции, дисперсия, экономичность.

Введение

Помимо поисков режимов работы для достижения максимальной мощности и эффективности при работе землеройно-транспортных машин (ЗТМ) также актуальной задачей является достижение оптимальной топливной экономичности и снижение вреда, наносимого окружающей среде путем снижения количества и токсичности отработавших газов двигателя внутреннего сгорания (ДВС).

Влияние отключения цилиндров на параметры ДВС

Некоторые ЗТМ, такие как бульдозер и автогрейдер, имеют несколько режимов работы. При выполнении операции копания бульдозер должен работать в режиме максимальной тяговой мощности, используя весь доступный ресурс ДВС. Однако при выполнении планировочных работ и при работе машины на холостых оборотах ДВС, а также при транспортном режиме работы бульдозера требуется намного меньшая мощность ДВС, при этом двигатель работает с более низким КПД и большей концентрацией вредных веществ в отработавших газах, таких как продукты неполного сгорания топлива. При осуществлении вышеописанных операций актуальной задачей является понижение используемой мощности ДВС, что ведет к уменьшению расхода топлива, что в свою очередь обуславливает более высокую топливную экономичность и, как следствие, снижение вредных выбросов в атмосферу.

Решение поставленной задачи можно осуществить, используя способ временного

отключения одного или нескольких цилиндров ДВС при работе на режимах, не требующих высокой мощности дизеля. Данный способ реализуется при помощи отключения подачи топлива в определенный цилиндр, соответственно алгоритму управления [1].

Однако наравне с получаемыми преимуществами, этот способ имеет существенный недостаток. При отключении одного или нескольких цилиндров возникает неравномерность крутящего момента ДВС, что отрицательно сказывается на надежности и устойчивости работы ДВС.

Указанный выше недостаток можно устранить путем установки на коленчатый вал двигателя дополнительного маховика, создающего маховый момент, компенсирующий неравномерность работы ДВС при отключении цилиндров двигателя.

В данной статье рассмотрена работа дизельного двигателя Д-180, применяющегося на некоторых моделях отечественных бульдозеров, а также дизельного двигателя А-01М, применяющегося на некоторых моделях автогрейдеров, при отключении цилиндров.

Силы, действующие в цилиндре двигателя, зависят от угла поворота коленчатого вала и параметров двигателя, а также режима работы ДВС.

Давление газов $p_z(\varphi)$ в работающем и отключенном цилиндре двигателя $p_z'(\varphi)$ по тактам [2], МПа:

$$p_c(\varphi) = \begin{cases} p_a, 0^0 < \varphi < 180^0 \\ p_c, 180^0 < \varphi < 360^0 \\ p_z, \varphi = 360^0 \\ p_p, 360^0 < \varphi < 540^0 \\ p_e, 540^0 < \varphi < 720^0 \end{cases}, p'_c(\varphi) = \begin{cases} p_a, 0^0 < \varphi < 180^0 \\ p_c, 180^0 < \varphi < 360^0 \\ p_p, 360^0 < \varphi < 540^0 \\ p_e, 540^0 < \varphi < 720^0 \end{cases}, \quad (1)$$

где p_a - давление рабочей смеси на такте выпуска; φ - угол поворота коленчатого вала двигателя, град; p_c - давление сжатия в цилиндре. МПа; p_z - максимальное давление в цилиндре, МПа; p_p - давление в цилиндре в процессе расширения, МПа; p_e - давление в цилиндре в процессе выпуска, МПа.

Расчеты вышеуказанных значений производились согласно [2].

Сила давления газов в цилиндре двигателя по тактам, кН:

$$P_T(\varphi) = (p_c(\varphi) - p_0)F_n \cdot 10^{-3} \quad (2)$$

где p_0 - атмосферное давление, МПа; F_n - площадь днища поршня, мм².

Силы инерции масс $P_j(\varphi)$, совершающие возвратно-поступательные движения [1,2], кН:

$$P_j(\varphi) = -mR\omega_e^2(\cos\varphi + \lambda\cos 2\varphi), \quad (3)$$

где m - масса деталей кривошипно-шатунного механизма (КШМ), совершающих возвратно-поступательное движение, кг; ω_e - частота вращения коленчатого вала двигателя, рад/с; R - радиус кривошипа, мм; λ - отношение радиуса кривошипа к длине шатуна.

Суммарные силы, действующие на поршень в цилиндре $P_\Sigma(\varphi)$, кН:

$$P_\Sigma(\varphi) = P_T(\varphi) + P_j(\varphi); \quad (4)$$

Тангенциальные силы, действующие на кривошип в цилиндре $T(\varphi)$ [1,2], кН:

$$T(\varphi) = P_\Sigma(\varphi) \frac{\sin(\varphi + \beta)}{\cos\beta}, \quad (5)$$

где β - угол между осями цилиндра и шатуна, рад.

Крутящий момент, создаваемый одним цилиндром $M_{KP}(\varphi)$ [1,2], Нм:

$$M_{KP}(\varphi) = T(\varphi)R; \quad (6)$$

Момент инерции двигателя J_0 [2], кгм²:

$$J_0 = \frac{L_{изб}}{\delta\omega^2}, \quad (7)$$

где $L_{изб}$ - избыточная работа крутящего момента; δ - неравномерность хода двигателя, представляющая собой колебание угловой частоты при установившемся режиме работы двигателя вследствие неравномерности крутящего момента;

Момент инерции агрегата J_a , приведенный к валу двигателя, включает в себя:

$$J_a = J_0 + J_\delta + J_{mp}, \quad (8)$$

где J_δ - дополнительный момент инерции маховика; J_{mp} - момент инерции трансмиссии и движителей.

Основываясь на [1,2,3] произведены расчеты (полученные данные приведены в таблице 1): шестицилиндрового рядного дизельного двигателя А-01М при полностью работающих цилиндрах; работы двигателя при отключенных одном, двух и трех цилиндрах; рядного четырехцилиндрового дизельного двигателя Д-180 при полностью работающих цилиндрах; работы двигателя при отключенных одном и двух цилиндрах [3].

Крутящий момент двигателя определяется как сумма крутящих моментов на отдельных цилиндрах, как работающих, так и отключенных, учитывая число цилиндров, тактность двигателя, порядок работы цилиндров, алгоритм отключения [1].

Присоединение дополнительного маховика позволяет увеличить момент инерции двигателя (7,8) и тем самым сгладить неравномерность работы двигателя, возникающую при отключении одного или нескольких цилиндров (таблица 1).

Таблица 1 – Сравнение показателей работы двигателя в зависимости от алгоритма отключения цилиндров

		Алгоритм работы ДВС			
		Без отключения цилиндров	С одним отключенным цилиндром	С двумя отключенными цилиндрами	С тремя отключенными цилиндрами
Крутящий момент, $M_{кр}$, Нм	А-01М	580,5	484,0	387,5	289,4
	Д-180	1031,7	773,8	515,9	-
Мощность ДВС при номинальной частоте вращения ДВС ω_n , кВт	А-01М	103,2	86,2	69,0	51,5
	Д-180	135,0	101,3	67,5	-
Коэффициент неравномерности хода δ	А-01М	0,0030	0,0036	0,0042	0,0046
	Д-180	0,0078	0,0100	0,0120	-
Момент инерции двигателя J_0 , кгм ²	А-01М	2,10	1,47	1,16	0,97
	Д-180	15,70	12,50	10,90	-
Доп. момент инерции маховика J_δ , кгм ²	А-01М	0	0,63	0,94	1,13
	Д-180	0	3,20	4,80	-

Также увеличение момента инерции двигателя позволяет сгладить случайные колебания момента сопротивления M_c на валу двигателя при работе.

Влияние дополнительного маховика на выходные параметры рабочего процесса

Для определения характера и величины возмущающих случайных воздействий на РО ЗТМ, обусловленных стохастическим характером грунтовых условий, получим корреляционно – спектральные оценки величины заглубления рабочего органа, колебания которой порождены неравномерностью микропрофиля.

При статистическом анализе значительное количество автокорреляционных функций высотной координаты микропрофиля $R(l)$ ЗТМ может быть аппроксимировано [4] как:

$$R(l) = \sigma^2 e^{-\alpha|l|}, \quad (9)$$

где σ^2 - дисперсия высотной координаты микропрофиля; l - путевая координата;

$$R(l) = \sigma^2 e^{-\alpha_1|l|} \cos(\beta \cdot l), \quad (10)$$

где $\alpha, \alpha_1, \alpha_2$ - коэффициенты, характеризующие затухание корреляционной функции; β - коэффициент, характеризующий частоту

периодической составляющей случайного процесса;

$$R(l) = A_1 \sigma^2 e^{-\alpha_1|l|} + A_2 \sigma^2 e^{-\alpha_2|l|} \cos(\beta \cdot l), \quad (11)$$

где A_1, A_2 - весовые коэффициенты;

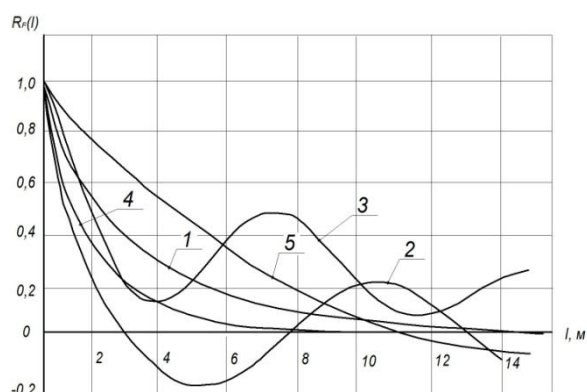


Рис. 1. Нормированные корреляционные функции микропрофиля типовых грунтовых поверхностей

На рисунке 1 приведены зависимости нормированных (отнесенных к дисперсии) корреляционных функций $R_x(l)$ микропрофиля типовых грунтовых поверхностей [4,5], где:

$$1 - R_x(l) = e^{-0,3l};$$

$$2 - R_X(l) = 0,8e^{-0,3l} + 0,2e^{-0,05l} \cos 0,6 \cdot l;$$

$$3 - R_X(l) = 0,6e^{-0,1l} + 0,4e^{-0,1l} \cos 0,8 \cdot l;$$

$$4 - R_X(l) = 1,0e^{-0,5l} + 0,01e^{-1,0l} \cos 3,0 \cdot l;$$

$$5 - R_X(l) = e^{-0,11l} \cos 0,14 \cdot l.$$

Нормированные флуктуации момента сопротивления M_c , действующего на ЗТМ (рис. 2), вызванные случайными изменениями сопротивления грунта копанию, обусловленные прочностными характеристиками грунта имеют относительно широкий спектр частот ($0 < \omega < 50,3$ рад/с) и корреляционную функцию, аппроксимированную как [5]:

$$R_p(l) = e^{-\alpha_p | \tau |} \cos(\beta_p \cdot l), \quad (12)$$

где $\alpha_p = 0,8 \dots 1,5$ и $\beta_p = 2,5 \dots 8$ - параметры, зависящие от типа разрабатываемого грунта; ω - частота колебаний нагрузки, рад/с.

На энергетические и эксплуатационные показатели ЗТМ значительное влияние оказывают нагрузки, колебания которых происходят в пределах $0 < \omega < 1,25$ рад/с, т.е. низкочастотные. Высокочастотные составляющие случайных колебаний преодолеваются инерцией масс агрегата и практически не влияют на эксплуатационные показатели. Исходя из вышеописанного, можно принять в качестве наиболее существенного фактора, оказывающего влияние на неравномерность нагрузочного режима работы агрегата профиль разрабатываемой поверхности [6].

Выражение для определения спектральной плотности крутящего момента на коленчатом валу ДВС $S_e(\omega)$ [5]:

$$S_e(\omega) = \frac{2\alpha k^2 (\alpha^2 + \beta^2 + \omega^2) \sigma_M^2}{(1 + T_a^2 \omega^2) [(\alpha^2 + \beta^2 + \omega^2)^2 - (2\beta\omega)^2]}, \quad (13)$$

где σ_M^2 - дисперсия момента сопротивления; T_a - постоянная времени агрегата; k_a - коэффициент усиления агрегата;

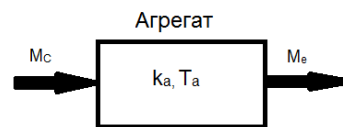


Рис. 2. Модель канала формирования крутящего момента M_e .

Дисперсия крутящего момента σ_e^2 ДВС:

$$\sigma_e^2 = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} S_e(\omega) d\omega. \quad (14)$$

Для получения аналитического выражения вычисления дисперсии крутящего момента применим теорию вычетов [7]:

$$\sigma_e^2 = \frac{2k_a^2 \sigma_M^2 [\alpha T_a^3 (\alpha^2 + \beta^2) + T_a^2 (\beta^2 - \alpha^2) - \alpha T_a + 1]}{(\alpha^2 + \beta^2)^2 T_a^4 + 2T_a^2 (\beta^2 - \alpha^2) + 1}. \quad (15)$$

Графическое изображение зависимости дисперсии крутящего момента двигателя от постоянной времени агрегата, построенное по полученному выше аналитическому выражению для двух значений скорости агрегата (первая и вторая передача) приведено на рисунке 3а, где 1 соответствует $v=1$ м/с, $\alpha = 0,15$, $\beta = 0,4$; 2 соответствует $v=3$ м/с, $\alpha = 0,45$, $\beta = 1,2$. При изменении скорости агрегата происходит изменение α и β и соответственно изменение дисперсии σ_e^2 .

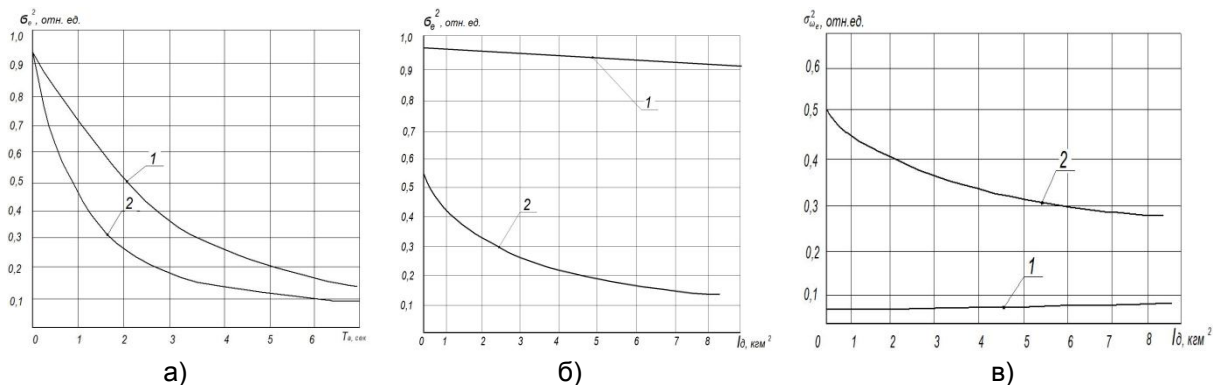


Рис. 3. Зависимость дисперсии: а) крутящего момента от постоянной времени агрегата; б) крутящего момента от момента инерции дополнительного маховика для регуляторной 1 и корректорной 2 ветвей; в) частоты вращения коленчатого вала от момента инерции дополнительного маховика для регуляторной 1 и корректорной 2 ветвей

Из рисунка 3а видно, что при увеличении постоянной времени агрегата T_a дисперсия крутящего момента σ_e^2 уменьшается. Это уменьшение особенно существенно на диапазоне $T_a < 2$ с. Также при увеличении скорости агрегата кривая дисперсии выходного сигнала ближе подходит к оси ординат, имея большую крутизну.

Таким образом, увеличивая постоянную времени агрегата, можно уменьшать дисперсию крутящего момента, развиваемого двигателем.

Постоянная времени агрегата T_a определяется в зависимости от режима работы двигателя (корректорный или регуляторный участок механической характеристики):

$$T_{ai} = J_a C_{ei}, i = 1, 2, \quad (16)$$

Таблица 2 – Зависимость постоянной времени агрегата от алгоритма отключения цилиндров

		Алгоритм работы ДВС			
		Без отключения цилиндров	С одним отключенным цилиндром	С двумя отключенными цилиндрами	С тремя отключенными цилиндрами
Момент инерции агрегата J_a , кгм ²	А-01М	2,1	2,7	3,1	3,2
	Д-180	15,7	18,9	20,5	-
Момент инерции доп. маховика $J_{\text{дп}}$, кгм ²	А-01М	0,00	0,63	0,94	1,13
	Д-180	0,00	3,20	4,80	-
Постоянная времени при работе на корректорной ветви T_1 , с	А-01М	0,068	0,089	0,099	0,105
	Д-180	0,107	0,129	0,140	-
Постоянная времени при работе на регуляторной ветви T_2 , с	А-01М	1,455	1,892	2,107	2,238
	Д-180	2,028	2,445	2,648	-

Зависимость величины дисперсии крутящего момента от момента инерции дополнительного маховика представлена на рисунке 3б.

Так как частота вращения коленчатого вала двигателя для каждой из ветвей характеристики двигателя линейно зависит от величины крутящего момента, то дисперсия частоты вращения $\sigma_{\omega i}^2$ на каждой из ветвей

где C_{e1} и C_{e2} – коэффициенты наклона регуляторной и корректорной ветвей соответственно. Например, для двигателя А-01М значения этих коэффициентов составляют: $C_{e1} = -0,0325$, $C_{e2} = -0,693$ [8], а для двигателя Д-180: $C_{e1} = -0,0068$ и $C_{e2} = -0,129$ [3].

Использование дополнительного маховика для сглаживания неравномерности хода двигателя при отключении одного или нескольких цилиндров может быть использовано в режиме максимального использования мощности силовой установки без отключения цилиндров для увеличения момента инерции агрегата, что приведет к увеличению постоянной времени агрегата, а, следовательно, и к снижению дисперсии крутящего момента и среднеквадратичного отклонения частоты вращения коленчатого вала двигателя (таблица 2), где момент инерции агрегата получен из (7, 8).

линейно зависит от дисперсии крутящего момента:

$$\sigma_{\omega i}^2 = C_{ei}^2 \sigma_{ei}^2; i = 1, 2. \quad (17)$$

График зависимости среднеквадратичного отклонения частоты вращения коленчатого вала от момента инерции дополнительного маховика приведен на рисунке 3в.

Вывод

Таким образом, установка дополнительного маховика при отключении цилиндров может быть использована как для устранения неравномерности хода двигателя на режимах, предусматривающих работу ДВС с одним или несколькими отключенными цилиндрами, так и при работе ЗТМ на режиме максимальной мощности для увеличения момента инерции агрегата, что ведет к снижению дисперсии.

Библиографический список

1. Зеер, В.А. Моделирование кривошипно-шатунного механизма ДВС с отключаемыми цилиндрами / В.А. Зеер, А.А. Мартынов // Известия томского политехнического университета. – 2008. – №4. – С. 40-44.
2. Колчин, А.И. Расчет автомобильных и тракторных двигателей: Учеб. пособие для вузов / А.И. Колчин, В.П. Демидов – 4-е., стер. – М.: Высш. шк., 2008. – 496 с.: ил.
3. Шароглазов, Б.А. Применение ярославских моторов на тракторах класса тяги 10 тонн / Б.А. Шароглазов, М.Ф. Сафаров, Е.А. Горелый // Вестник ЮУрГУ. – 2012. – №12. – С. 204-208.
4. Федоров Д.И. Надежность рабочего оборудования землеройных машин / Д.И. Федоров, Б.А. Бондарович. – М.: Машиностроение, 1981. – 279 с.
5. Денисов, В.П. Оптимизация рабочего процесса землеройно-транспортных машин с учетом случайного характера нагрузок: Монография / В.П. Денисовж. – Омск: Изд-во СибАДИ, 2005. – 123 с.
6. Мещеряков, В.А. Математическое моделирование рабочих процессов дорожных и строительных машин: имитационные и адаптивные модели: Монография / В.А. Мещеряков, А.М. Завьялов, М.А. Завьялов, В.Н. Кузнецова. – Омск: СибАДИ, 2012. – 408 с.
7. Иванов, В.А. Математические основы теории автоматического регулирования. Том 1. / В.А. Иванов, В.С. Медведев, Б.К. Чемоданов, А.С. Ющенко. – М.: Высшая школа, 1977. – 367 с.
8. Лев, Е.М. Дизельные двигатели А-01, А-А1М и А-41. (Устройство, эксплуатация и ремонт). / Е.М. Лев, Е.И. Клецков, В.А. Наговицин. – М.: «Колос», 1972. – 235 с.

INFLUENCE DISABLING THE CYLINDERS OF INTERNAL COMBUSTION ENGINE ON WORKING PROCESS EARTHMOVERS MACHINES

S.S. Zhuravlev

Abstract. The article considers the effects of disabling the cylinder to change the characteristics of the engine earth-moving machines in various operating modes, calculated the diesel engines with subsequent analysis of their performance under different algorithms disable cylinders, evaluated the possibility of using additional flywheel to increase the technological parameters of the machine during operation.

Keywords: earthmoving machinery, engine, torque, flywheel, moment of inertia, dispersion, efficiency.

References

1. Zeer V.A., Martynov A.A. Modelirovaniye krivoshipno-shatunnogo mekhanizma dvs s otklyuchayemyimi tsilindrami [Simulation of crank mechanism with a breaking cylinder internal combustion engine]. *Izvestiya tomskogo politekhnicheskogo universiteta*, 2008, no 4. pp. 40-44.
2. Kolchin A.I. *Raschet avtomobilnykh i traktornykh dvigateley* [Calculation of automobile and tractor engines]: Ucheb. posobiye dlya vuzov. A.I. Kolchin, V. P. Demidov – 4-ye., ster. Moscow, Vyssh. shk., 2008. 496 p.
3. Sharoglazov B.A., Safarov M.F., Gorelyy Ye. A. *Primeneniye yarovskikh motorov na traktorakh klassa tyagi 10 tonn* [Using the Yaroslavl's engines at the 10 tons power class tractors]. *Vestnik YUUrGU*, 2012, no 12. pp. 204-208.
4. Fedorov D.I., Bondarovich B.A. *Nadezhnost rabochego oborudovaniya zemleroynykh mashin* [Reliable working equipment earthmoving machinery]. Moscow, Mashinostroyeniye. 1981. 279 p.
5. Denisov V.P., Meshcheryakov V.A. *ssledovaniye statisticheskikh kharakteristik pokazateley rabochego protsessa zemleroyno-transportnykh mashin s uchetom nelineynostey v strukture ikh matematicheskikh modeley* [Research of the statistical characteristics of indicators workflow earthmovers considering nonlinearities in the structure of their mathematical models]. *Mashiny i protsessy v stroitel'stve: Sb. nauch. tr.* no 5, Omsk: Izd-vo SibADI, 2004. pp. 237-243.
6. Meshcheryakov V.A., Zav'yalov A.M., Zav'yalov M.A., Kuznetsova V.N. *Matematicheskoye modelirovaniye rabochikh protsessov dorozhnykh i stroitel'nykh mashin: imitatsionnyye i adaptivnyye modeli* [Mathematical modeling of workers processes earthmovers machinery: simulation and adaptive model]. Omsk, SibADI, 2012. 408 p.
7. Ivanov V.A., Medvedev V.S., Chemodanov B.K., Yushchenko A.S. *Matematicheskiye osnovy teorii avtomaticheskogo regulirovaniya*. Tom 1. [Mathematical foundations of the theory of automatic control. Vol.1]. M.: Vysshaya shkola, 1977. 367p.
8. Lev Y.M., Kletskov Y.I., Nagovitsin V.A. *Dizel'nyye dvigateli A-01, A-A1M i A-41. (Ustroystvo, ekspluatatsiya i remont)*. [Diesel Engines A-01, A-A1M and A-41. (Device, maintenance and repairs)]. Moscow, «Kolos», 1972. 235p.

Журавлев Сергей Сергеевич (Россия, г. Омск) – аспирант ФГБОУ ВПО СибАДИ (644080 Россия, г. Омск, пр. Мира 5, e-mail: zhuravliovss@list.com).

Sergey S. Zhuravlev (Russian Federation, Omsk) – graduate student of The Siberian automobile and highway academy (SIBADI) (644080 Russia, Omsk, Mira ave. 5, e-mail: zhuravliovss@list.com).

УДК 625.76.08

ОБЗОР КОНСТРУКЦИЙ СОВРЕМЕННЫХ АВТОГРЕЙДЕРОВ

Ш.К. Мукушев, В.В. Филиппи
ФГБОУ ВПО «СибАДИ», Россия, г. Омск.

Аннотация. В данной статье приведен обзор конструкций современных автогрейдеров отечественного и зарубежного производства, обобщен новый материал по данной теме. Приведены технические характеристики автогрейдеров, описываются их отличительные особенности. Особое внимание уделяется техническим решениям, связанным с модернизацией конструкций отвала автогрейдера. Обозначены пути совершенствования конструкций рабочего органа автогрейдера, выявлены основные тенденции развития конструкций современных автогрейдеров отечественного и зарубежного производства.

Ключевые слова: автогрейдер, рабочий орган, землеройно-транспортная машина, отвал автогрейдера.

Введение

В настоящее время наметилась тенденция увеличения объемов строительства, ремонта и содержания дорог. Нерациональное использование мощностных параметров требует все большее внимание уделять совершенствованию конструкций машин, разработке новых и модернизации существующих рабочих органов, так как повышение производительности землеройно-транспортных машин находится в прямой зависимости от конструкции рабочего органа и тягово-сцепных характеристик машины. В связи с этим повышаются требования к землеройно-транспортным машинам, как одним из основных машин в парке дорожно-строительной техники.

Автогрейдер является самой универсальной и многофункциональной землеройно-транспортной машиной. Поэтому процесс управления автогрейдера и его рабочим органом (отвалом) является сложной операцией, требующей больших навыков и умений оператора. При этом очень часто требования к точности профиля земляного полотна не выполняются с первого

раза, что приводит к увеличению числа проходов, а, следовательно, – к снижению производительности автогрейдера.

Производством этих машин занимаются многие компании, как в России, так и за рубежом. РМ-Терекс – совместное предприятие российской корпорации «Русские машины» и компании Terex Corporation. Оно объединяет известные машиностроительные заводы России, выпускающие строительную технику под брендами Terex, ЧСДМ, Брянский Арсенал. На данный момент СП РМ-Терекс является крупнейшим производителем автогрейдеров серии ГС и ТГ (завод «Брянский Арсенал») и ДЗ (завод «ЧСДМ») [1]. Также известными российскими компаниями по производству автогрейдеров являются ЗАО «Дормаш» и завод «Ирмаш». За рубежом ведущими фирмами по производству автогрейдеров являются Caterpillar, John Deere, Komatsu, Fiat-Allis, Frisch, Aveling Borford, Mitsubishi, Bolinder, Hall-Nord, XCMG, HBM-Nobas, ОАО «Амкодор».

В таблице 1 приведены основные параметры и отличительные особенности современных автогрейдеров.

ТРАНСПОРТ. ТРАНСПОРТНЫЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МАШИНЫ

Таблица 1 – Основные параметры и отличительные особенности современных автогрейдеров

Модель, производитель, страна	Колесная формула	Тяговый класс	Мощность, кВт (л.с)	Отличительные особенности
1	2	3	4	5
John Deere 872G, США	1×3×3	250	198 (265)	Система амортизации отвала; двигатель с мокрым исполнением гильз блока цилиндров; вкладыши тяговой рамы и поворотного круга самосмазывающиеся; вертикальное исполнение фильтров мостов, КПП и гидросистемы [2]; пуск двигателя от кнопки; 7-позиционный отвал; переключение скоростей без выжимания педали сцепления; мосты снабжены дифференциалами
Volvo G976, Швеция	1×3×3	250	198 (265)	Двигатель низкоэмиссионный дизельный с турбонаддувом; режим ползания привода на все колеса;
Caterpillar 14M, США	1×3×3	250	193 (262)	Пропорционально-гидравлическая электродолотниковая система управления; система лазерного нивелирования грунта Ace Grade; система автоматического регулирования мощности двигателя; управление с помощью 2-х джойстиков; трансмиссия типа DPS с демпферными элементами; модульная конструкция системы балансирных тележек заднего моста в виде съемных унитарных блоков [3]; несущая рама с колесными парами большего размера; приводная муфта скольжения; устройство блокирования гидросистемы
ГС-18.06, Ирмаш, Россия	1×2×3	180	132 (177)	Угол складывания рамы -26°; переключение передач без разрыва потока мощности; разгруженные полуоси и самоблокирующийся дифференциал на ведущем заднем мосте; неполноповоротное РО; поворотный механизм оснащен системой, предохраняющей РО от поломки при наезде краем отвала на непреодолимое препятствие
ДЗ-98В, ЧСДМ, Россия	1×3×3	250	202 (275)	Фрикционные муфты вынесены из корпуса КПП; неполноповоротный отвал; полуоси разгруженного типа; шарнирная подвеска переднего моста, а заднего и среднего моста - балансирная с реактивными штангами; трансмиссия механическая с приводом на все колеса с механизмом отключения переднего моста
HBM-Nobas BG 240 TA-4, Германия	1×3×3	250	172 (234)	Шарнирно-сочлененная рама с углом поворота 30° передней полурамы рабочего оборудования; трансмиссия с преобразователем крутящего момента; гидростатический передний привод; поворотный круг на скользящих направляющих с предохранительной муфтой в приводе поворотного круга; система 2D-3D нивелирования

XCMG GR-215, Китай	1×3×3	180	160 (215)	Оборудован передним и средним ножом с системой срезания, рыхления и отвала грунта; вращение ножа на 360°; шарнирно-сочлененная рама с углом разворота 25°; нож с двухсторонней заточкой тормозная система со встроенными пневмогидроаккумуляторами;
Komatsu GD-705A-4, Япония	1×2×3	180	149 (200)	Гидросистема рулевого управления с полноповоротным клапаном; рамы сочленяются посредством 2-х гидроцилиндров; самоблокирующиеся дифференциалы
ГС-25.12, Брянский Арсенал, Россия	1×3×3	250	177 (238)	Гидромеханическая трансмиссия с АКПП; работа на грунтах IV категории без предварительного рыхления; применение гидропривода для активации переднего управляемого моста; шарнирно-сочлененная рама

Особенности конструкций и рабочего органа современных автогрейдеров

Одним из путей эффективного применения автогрейдера является модернизация рабочего органа. В настоящее время разработчики все большее внимание уделяют совершенствованию конструкций рабочего органа, использованию современных высококачественных материалов, применению принципиально новых систем управления рабочим органом, а также разработке универсальных конструкций рабочего органа с возможностью применения дополнительных секций.

Фирма John Deere выпустила новый автогрейдер John Deere 872G. Технические решения и инновации принятые в компании позволили сделать модель наиболее производительной и удобной в обслуживании и эксплуатации. Шарнирно-сочлененная рама и поворотный механизм в совокупности с 7-ми позиционным отвалом делают эту машину наиболее интересной с точки зрения работы с основным отвалом. Его можно гибко настраивать под необходимые условия эксплуатации, что существенно влияет на производительность при разных типах грунта. Снижению эксплуатационных расходов способствует усовершенствованный грейдерный отвал, облегчающий процесс его позиционирования и, как следствие, точности профилирования обрабатываемой грунтовой поверхности за счет самоочищающейся направляющей поперечного сдвига и легко заменяемых изнашиваемых вкладышей [2]. При изготовлении отвала используется патентованный процесс предварительного напряжения, придающий отвалу исключительную прочность и долговечность. Дополнительная система амортизации отвала защищает

элементы конструкции от повреждений при наезде на препятствия.

Автогрейдер Caterpillar 14M был разработан специально для профилирования земляного полотна. На автогрейдере Caterpillar 14M применена электросолоотниковая пропорционально-гидравлическая система управления [3]. Плавающее положение предусмотрено конструкцией гидрораспределителей подъема отвала. Функция плавающего положения позволяет отвалу свободно перемещаться под действием собственного веса. Когда в плавающем положении находятся оба цилиндра, отвал следует профилю дороги, к примеру, при уборке снега. Когда в плавающем положении находится один цилиндр, нижняя часть отвала следует профилю твердой поверхности, а другим цилиндром оператор задает уклон откоса. Длинная колесная база позволяет располагать отвал под острым углом, благодаря чему грунт будет перемещаться с меньшим сопротивлением. Это особенно полезно при работах с очень сухим материалом или связным грунтом. Благодаря оптимальному профилю и большому расстоянию до верхнего закругления отвала материал перемещается быстро и эффективно, а работа выполняется быстрее с меньшим потреблением мощности и экономии топлива [3]. Упрочненные термообработкой направляющие отвала, закаленные режущие кромки и боковые накладки, а также болты большого диаметра обеспечивают высокую надежность и срок службы отвала. Гидроцилиндр бокового смещения отвала расположен слева, чтобы избежать контакта со снежным плугом. Благодаря конструкции рычажного механизма отвала увеличена его рабочая зона, что обеспечивает особые преимущества при

профилировании откосов средней высоты и расчистке траншей. Уникальная система крепления уменьшает колебания отвала. Вертикальные и горизонтальные регулировочные болты удерживают сменные накладки в установленном положении. Поэтому достигается высокая точность при установке положения отвала и значительно сокращается время обслуживания.

Автогрейдер ГС-18-06 предназначен для выполнения энергоемких земляных работ большого объема или работ в тяжелых дорожных условиях. Рабочее оборудование автогрейдера выполнено в неполноповоротном варианте, что упрощает конструкцию, повышает надежность и соответственно снижает цену. При угле поворота отвала $\pm 60^\circ$ обеспечиваются все рабочие операции автогрейдера. Мощные гидроцилиндры поворота отвала позволяют корректировать угол захвата под нагрузкой без остановки машины. Поворотный механизм оснащен системой, предохраняющей рабочее оборудование от поломки при наезде краем отвала на непреодолимое препятствие [4].

На российском рынке пользуются все большим спросом автогрейдеры немецкой марки HBM-NOBAS, поставками которых до настоящего времени занимались дилеры. Автогрейдеры HBM-NOBAS BG 240 TA-4 – немецкие профессионалы точной планировки и ремонта дорог. Гидросистема типа Load-Sensing позволяет очень точно управлять любыми движениями отвала. Гидравлическое управление качающейся поперечиной с диапазоном перестановки отвала на 90° вправо или влево обеспечивает наилучшие результаты работ на откосах и траншеях. Установка перегрузочного сцепления в приводе поворотного круга защищает отвал от повреждений. Гидравлическая перестановка угла подрезки отвала обеспечивает оптимальные согласования с характеристиками сопротивления материала. Направляющие балки отвала из специальной стали (Hardox) регулируются в вертикальной и горизонтальной плоскостях [5].

Китайская продукция в сегменте автогрейдеров представлена также довольно широко. Основная масса машин продается у нас под маркой XCMG. Единственная полноприводная модель GR 215A также уже хорошо известна в России [6]. Автогрейдер XCMG GR 215A предназначен для работы на дорогах, в горной промышленности, на аэродромах, гидротехнических и др. объектах, где требуется выравнивание поверхности. Полноповоротный отвал обеспечивает эффективные

условия для проведения планировочных работ как при движении передним ходом, так и при движении назад. Встроенный в тяговую раму рабочего органа гидроцилиндр перемещения грейдерного отвала позволяет более эффективно использовать тяговые характеристики автогрейдера. Грейдерный отвал и бульдозерный отвал оборудован двойным поворотным кругом и поворотным желобом. Взаимодействие системы управления и поворотного круга отличается высокой точностью. Управление отвалом производится при использовании пары гидроцилиндров, что позволяет изменять угол наклона рабочего органа в зависимости от требований планировочных работ или рельефа местности.

Прекрасно зарекомендовали себя в России автогрейдеры Komatsu. Автогрейдеры Komatsu с шарнирно-сочлененной рамой оснащают двигателями собственного производства, коробкой передач Hydroshift с гидравлическим приводом и многодисковым сцеплением с принудительной смазкой, герметизированными для защиты от абразивных частиц маслоохлаждающими дисковыми тормозами [7]. Автогрейдер Komatsu GD705A-4A является прямым конкурентом самому популярному отечественному автогрейдеру ДЗ-98. Универсальность применения достигается за счет использования отвала длиной 4320 мм с гидравлически управляемым поворотом, который облегчает работу на трудных участках. Поворот отвала, позволяет легко выравнивать поверхность дорог даже на сложных участках, где размещены подземные люки или углы. Угол захвата отвала может регулироваться до 90° с обеих сторон машины. Нож отвала имеет коробчатую конструкцию и изготовлен из износостойкой стали. Боковой сдвиг отвала и управление наклоном его ножа производится гидравлическим способом. Разворачиваемые накладные боковые режущие кромки и боковые ножи крепятся к отвалу. Возможность подрезки насыпи под углом 90° достигается за счет того, что приводимый в действие гидравлической системой отвал может устанавливаться под прямым углом с любой стороны. Нужный угол захвата может устанавливаться оператором из кабины. Это ускоряет и облегчает работу оператора и увеличивает производительность его труда. Управление поворотом отвала и его наклоном производится с помощью гидравлической системы: облегчает часто повторяемые движения отвала. Большой поворот отвала значительно упрощает ведение работ по резанию и выравниванию грунта на больших

площадях. Поскольку наличие гидроцилиндра управления отвалом позволяет регулировать угол захвата, то возможность достижения высокой производительности машины на земляных работах будет больше зависеть от характера перемещаемого грунта.

Вывод

Таким образом, анализ существующих конструкций отечественного и зарубежного производства выявил основные тенденции развития в области совершенствования автогрейдеров:

1. многократное улучшение управляемости рабочего органа;
2. модернизация конструкции рабочего органа (отвала);
3. улучшение тягово-сцепных свойств автогрейдера;
4. улучшение эргономических показателей;
5. повышение долговечности путем применения новых более прочных и износостойких материалов и более совершенных технологий изготовления;
6. автоматизация управления приводами для уменьшения расхода энергии и повышения производительности автогрейдера;
7. более широкая унификация деталей и узлов.

Библиографический список

1. Ганжа, В.А. О классификации автогрейдеров / В.А. Ганжа, Е.Г. Зеленкова // Строительные и дорожные машины. – 2014. – № 2. – С. 2-6.
2. Кушнерев, В.Д. Автогрейдеры John Deere: будущее уже сегодня / В.Д. Кушнерев // Строительные и дорожные машины. – 2011. – № 1. – С. 6-8.
3. Автогрейдеры Cat 14M и 16M // Строительные и дорожные машины. – 2011. – № 4. – С. 16-20.
4. Максимов, В.М. Новое поколение автогрейдеров / В.М. Максимов // Строительные и дорожные машины. – 2011. – № 12. – С. 4-7.
5. Малютин, Л.Л. Автогрейдер шагает по стране [Электрон. ресурс] / Л.Л. Малютин // Основные средства. – 2012. – №6. – Режим доступа: (<http://www.os1.ru>)
6. Третьяков, Р.М. Дорожный виртуоз. Краткий обзор современных автогрейдеров [Электрон. ресурс] / Р.М. Третьяков // Основные средства. – 2014. – №8. – Режим доступа: (<http://www.os1.ru>)
7. Толмачев, Л.М. Универсальная дорожно-строительная машина. Обзор российского рынка грейдеров [Электрон. ресурс] / Л.М. Толмачев // Основные средства. – 2008. – №1. – Режим доступа: (<http://www.os1.ru>)

REVIEW OF DESIGNS OF MODERN GRADERS

Sh. K. Mukushev, V.V. Filippi

Abstract. The review of designs of modern graders of domestic and foreign production is provided in this article, new material on this subject is generalized. Technical characteristics of graders are given, their distinctive features are described. The special attention is paid to the technical solutions connected with modernization of designs of a dump of the grader. Ways of improvement of designs of working body of the grader are designated, the main tendencies of development of designs of modern graders of domestic and foreign production are revealed.

Keywords: grader, working body, digging transport vehicle, grader dump.

References

1. Ganzha V.A., Zelenkova E.G. O klassifikacii avtogrejderov [On the classification of motor graders]. *Stroitel'nye i dorozhnye mashiny*, 2014, no 2, pp. 2-6.
 2. Kushnerev V.D. Avtogrejderi John Deere: budushhee uzhe segodnja [Graders John Deere: future today]. *Stroitel'nye i dorozhnye mashiny*, 2011, no 1, pp. 6-8.
 3. Avtogrejderi Cat 14M i 16M [Motor graders Cat 14M and 16M]. *Stroitel'nye i dorozhnye mashiny*, 2011, no 4, pp. 16-20.
 4. Maksimov V.M. Novoe pokolenie avtogrejderov [The new generation of motor graders]. *Stroitel'nye i dorozhnye mashiny*, 2011, no 12, pp. 4-7.
 5. Maljutin L.L. Avtogrejder shagaet po strane [Avtogreyder walks on country]. *Osnovnye sredstva*, 2012, no 6. Available at: <http://www.os1.ru>
 6. Tret'jakov R.M. Dorozhnyj virtuoz. Kratkij obzor sovremennyh avtogrejderov [Road virtuoso. Short review of modern graders]. *Osnovnye sredstva*, 2014, no 8. Available at: <http://www.os1.ru>
 7. Tolmachev L.M. Universal'naja dorozhno-stroitel'naja mashina. Obzor rossijskogo rynka grejderov [Universal road-building car. Review of the Russian graders]. *Osnovnye sredstva*, 2008, no 1.5. Available at: <http://www.os1.ru>
- Мукушев Шадат Курмашевич (Россия, Омск) – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Подъемно-транспортные, тяговые машины и гидропривод» ФГБОУ ВПО «СибАДИ». (644080, г. Омск, пр. Мира, 5, e-mail: mshadat@mail.ru).*
- Филиппи Владислав Викторович (Россия, Омск) – магистрант кафедры «Подъемно-транспортные, тяговые машины и гидропривод» ФГБОУ ВПО «СибАДИ». (644080, г. Омск, пр. Мира, 5, e-mail: vladislav.filippi.93@mail.ru).*
- Mukushev Sh.K. (Russian Federation, Omsk) – candidate technical sciences, docent. » The Siberian automobile and highway academy (SIBADI) (644080, Omsk, Mira, 5, e-mail: mshadat@mail.ru).*
- Filippi V.V. (Russian Federation, Omsk) – undergraduate of The Siberian automobile and highway academy (SIBADI) (644080, Omsk, Mira, 5, e-mail: vladislav.filippi.93@mail.ru).*

УДК 621.83.061

МЕХАНИЗМ ПЕРЕКЛЮЧЕНИЯ ПЕРЕДАЧ В РЕДУКТОРЕ

Ю.В. Ремизович

ФГБОУ ВПО «СибАДИ», Россия, г. Омск.

Аннотация. В данной статье предложена конструкция редуктора с переменным передаточным числом. За прототип принята коробка перемены передач (КПП) транспортных средств. Отмечена сложность механизмов переключения передач. Обоснован механизм переключения, действующий независимо от направления вращения ведущего колеса. Может быть использован в КПП взамен дисковых фрикционных муфт и тормозов. Даны рекомендации по расчету.

Ключевые слова: редуктор, переключение передач, переменное передаточное число.

Введение

Неотъемлемой частью всех крановых механизмов является редуктор. В основном это горизонтальные зубчатые редукторы с постоянным передаточным числом.

Постановка задач

Разновидностью редукторов можно считать КПП транспортных средств (ТС), в том числе, автоматические. В данных КПП используют планетарные передачи с двухкаскадной электрогидравлической системой управления [1,2]. Для переключения передач используют фрикционные элементы: муфты и тормозы. На каждой передаче может быть включено различное сочетание фрикционных элементов: две муфты и тормоз; два тормоза и муфта и т.д. Для управления муфтами и тормозами в качестве силового привода используют кольцевые гидроцилиндры. В автоматических КПП легковых автомобилей используют роликовые обгонные муфты, которые обладают односторонним действием.

Транспортные средства с приводом от двигателя внутреннего сгорания (ДВС) имеют 4...8 скоростей вперед и одну скорость заднего хода, зависящих от частоты вращения ДВС. В крановых механизмах при всех рабочих операциях должно быть обеспечено возвратно-поступательное движение с одинаковым управлением скоростями за счет реверсирования электродвигателя.

Из изложенного следует сделать вывод, что применение КПП ТС для крановых механизмов невозможно.

Известны предложения по редуктору с переменным передаточным числом для крановых механизмов передвижения [3].

Решение задач

Цель данной публикации – обосновать возможность создания механизма переключения передач редуктора в виде фрикционного устройства типа роликовой обгонной муф-

ты, действующего при любом из двух направлений вращения ведущего вала и обеспечивающего включение (выключение) передачи, а также в качестве тормоза.

На рисунке 1 изображен фрагмент кинематической схемы редуктора. Шестерня 1 передает вращение на колесо 2, закрепленное на шлицевом валу 3. В колесо 2 встроено устройство переключения 4. Для управления механизмом используется устройство состоящее из ползуна 5, перемещаемого по валу 3 вилкой 6. Вилка 6 тягой 7 соединена с шарико-винтовой передачей (ШВП) 8, приводимой во вращение электродвигателем 10 через муфту 9. ШВП закреплена в стенке 11 редуктора. Концевые выключатели 12 ограничивают ход ползуна 5 в необходимых пределах.

Собственно механизм переключения изображен на рисунке 2. Он содержит втулку 4, в расточки которой и колеса 2 помещены конические ролики 13 соединенные сепаратором (не показан). Втулка 4 соединена с ползуном 5 кинематической связью 14.

На рисунке 3 показан вариант выполнения кинематической связи 14. Во втулку 4 установлено наружное кольцо 15 радиально-упорного шарикоподшипника, зафиксированное пружинным стопорным кольцом 16. В ползуне 5 установлено внутреннее кольцо 17 подшипника и зафиксировано кольцом 18. Тем самым обеспечена независимость вращения деталей 4, 5 и передача силового воздействия при включении (выключении) механизма. Работает механизм переключения передач следующим образом. В исходном положении втулка 4 находится в левом положении. Ролики 13 заклинены и происходит передача вращающего момента T от шестерни 1 на колесо 2 независимо от направления вращения (по или против часовой стрелки). Для выключения передачи включают элек-

тродвигатель 10. В ШВП 8 вращательное движение преобразуется в поступательное и тяга 7 через вилку 6 отводит ползун 5, а тем самым и втулку 4 через связь 14, вправо. Взамен натяга между роликами 13 и соответствующими коническими поверхностями втулки 4 и колеса 2 появляется зазор. Втулка 4 вращается; колесо 2 неподвижно. Передача момента T невозможна.

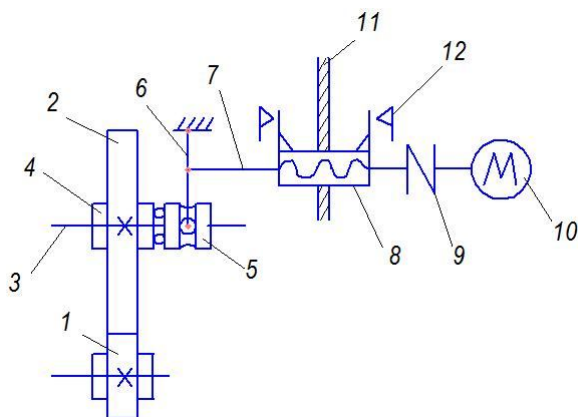


Рис. 1. Фрагмент кинематической схемы редуктора

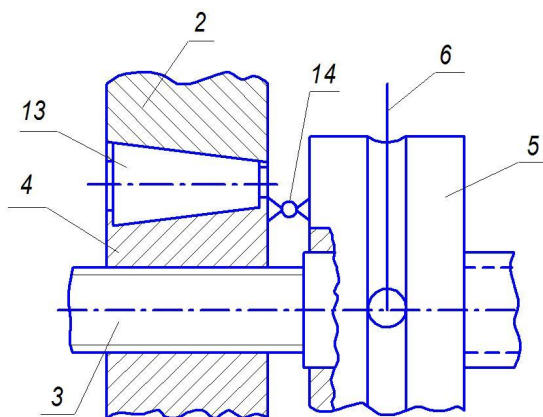


Рис. 2. Схема механизма переключения передач

Как известно, зубчатые передачи бывают прямозубые, косозубые и шевронные [4,5]. В зацеплении при передаче вращающего момента возникают силы: окружная и радиальная – в прямозубых и шевронных; окружная, радиальная и осевая – в косозубых. Для их определения используют следующие формулы:

$$F_t = 2T/d_w; \quad F_r = 2T \operatorname{tg} \alpha_{tw} / d_w;$$

$$F_a = 2T \operatorname{tg} \beta / d_w,$$

где F_t , F_r , F_a – силы окружная, радиальная и осевая соответственно; d_w – начальный диаметр зубчатых колес; α_{tw} – угол зацепления; β – угол наклона линии зуба.

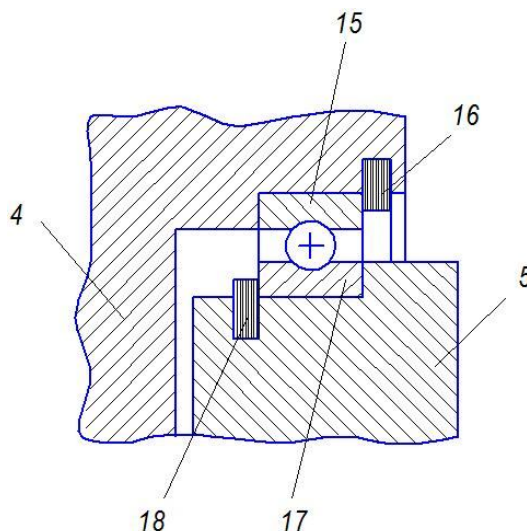


Рис. 3. Схема кинематической связи

Из этого следует, что наиболее приемлемым для данного случая переключения передач является шевронное зацепление, в котором осевые силы уравновешены (шестерня 1 закреплена на валу неподвижно в осевом направлении).

В основу расчета данного механизма может быть принята долговечность L_h в часах [4]

$$L_h = (10^5 / 6n) (C / F_e)^p,$$

где n – частота вращения, мин^{-1} ; $p = 3,33$; C – коэффициент динамической работоспособности H ; F_e – эквивалентная нагрузка, которая может быть определена по формуле

$$F_e = (xK_v F_r + yF_a) K_\delta K_T,$$

где x, y – коэффициент радиальной и осевой ($F_a = 0$) сил соответственно ($x = 0,4$); K_v – коэффициент учета вращения деталей 2 или 4; K_δ – коэффициент безопасности (для редукторов $K_\delta = 1,3 \dots 1,5$); K_T – температурный коэффициент ($K_T = 1,25$ при температуре 200°C) [4,6].

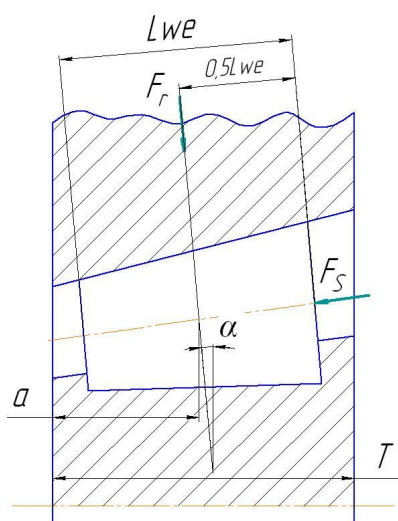


Рис. 4. Определение точек приложения сил

Под действием радиальной силы F_r в механизме возникает внутренняя осевая сила F_s (см. рис. 4), которую следует приложить к ползуну 5. Пояснения к обозначениям размеров и параметров на рисунке 4 – см. [7,8].

Для уточнения расчетных зависимостей необходимо выполнить серию экспериментов.

Выводы

Предложена и обоснована простая и надежная конструкция механизма переключения передач в редукторе. Тем самым, появляется возможность разработать редуктор с переменным передаточным числом и с его помощью управлять скоростями рабочих операций: скорости крана, крановой тележки и др.

Библиографический список

1. Румянцев, Л.А. Новые планетарные коробки перемены передач / Л.А. Румянцев // Строительные и дорожные машины. – 2014. – № 6. – С. 40 – 44.
2. Румянцев, Л.А. Устройства управления планетарной коробкой перемены передач / Л.А. Румянцев // Строительные и дорожные машины. – 2014. – № 11. – С. 31 – 35.
3. Ремизович, Ю.В. Редуктор с изменяемым передаточным числом для крановых механизмов / Ю.В. Ремизович // Вестник СибАДИ. – 2014. – № 3 (37) – С. 22 – 26.
4. Приводы машин: Справочник / В.В. Длоугий, Т.И. Муха, А.П. Цупиков, Б.В. Януш; Под общ. ред. В.В. Длоугого. – 2-е изд. – Л.: Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1988. – 383 с.
5. Анурьев, В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: в 3-х т. Т.2. – 9-е изд. – М.: Машиностроение, 2006 – 960 с.
6. ГОСТ Р 50371-92. Муфты механические общемашиностроительного применения. – М.: Издательство стандартов, 1992. – 7 с.

7. Remizovich Y.V. Control of load's speed of ascent in crane operation // Russian Engineering Research, 2012. Vol. 32, № 7-8, pp. 529 – 531.

8. ГОСТ 3395-89. Подшипники качения. Типы и конструктивные исполнения. – М.: Издательство стандартов, 1989. – 12 с.

References

1. Rumjancev L.A. Novye planetarnye korobki peremenu peredach [New planetary box changes gear]. *Stroitel'nye i dorozhnye mashiny*, 2014, no 6. pp. 40 – 44.
2. Rumjancev L.A. Ustrojstva upravlenija planetarnoj korobkoj peremenu peredach [The control Device, planetary gearbox changes gear]. *Stroitel'nye i dorozhnye mashiny*, 2014, no 11. pp. 31 – 35.
3. Remizovich Ju.V. Reduktor s izmenjaemym peredatochnym chislom dlja kranovyh mehanizmov [Reducer with variable gear-ratio for crane mechanisms]. *Vestnik SibADI*, 2014, no 3 (37) pp. 22 – 26.
4. *Privody mashin: Spravochnik* [Drives of machines: Reference book]. V.V. Dlougij, T.I. Muha, A.P. Cupikov, B.V. Janush; Pod obshh. red. V.V. Dlougogo. L.: Mashinostroenie, Leningr. otd-nie, 1988. 383 p.
5. Anur'ev V.I. *Spravochnik konstruktora-mashinostrojitelja* [Reference designer-mechanical engineer]. Moscow, Mashinostroenie, 2006, 960p.
6. ГОСТ R 50371-92. Муфты механические общемашиностроительного применения. [State standard R 50371-92. The coupling of mechanical engineering application]. Moscow, Izdatel'stvo standartov 1992. 7 p.
7. Remizovich Y.V. Control of load's speed of ascent in crane operation // *Russian Engineering Research*, 2012. Vol. 32, № 7-8, pp. 529 – 531.
8. ГОСТ 3395-89. Подшипники качения. Типы и конструктивные исполнения. [State standard 3395-89. The rolling bearings. Types and design.]. Izdatel'stvo standartov Moscow, 1989. 12 p.

THE MECHANISM OF A GEAR CHANGE IN THE REDUCER

Y.V. Remizovich

Abstract. This article discusses the issues related to the problem of the development of a gearbox with variable gear ratio. As a prototype adopted gear shift (CAT) vehicles. Noted the complexity of the gear shift mechanism data CAT. Proved the mechanism of a gear change, the current regardless of the direction of rotation of the drive wheel.

Keywords: reducer, gear changes, variable gear ratio.

Ремизович Юрий Владимирович (Россия, г. Омск) – кандидат технических наук, доцент кафедры Подъемно-транспортные машины и гидротранспорт ФГБОУ ВПО «СибАДИ» (644080, г. Омск, ул. Мира, 5, e-mail: remizovich_uv@sibadi.org).

Remizovich Y. V. (Russian Federation, Omsk) – candidate of technical sciences, the associate professor Hoisting-and-transport cars and a hydraulic actuator of The Siberian State Automobile and Highway academy (SibADI) (644080 Omsk, Mira Ave. 5, e-mail: remizovich_uv@sibadi.org).

УДК.629.084

**ПРИМЕНЕНИЕ АЛГОРИТМА ОПРЕДЕЛЕНИЯ
ПАРАМЕТРОВ ВИБРАЦИОННЫХ КАТКОВ С УЧЕТОМ МАССЫ
УПЛОТНЯЕМОГО ГРУНТА В ЗОНЕ АКТИВНОГО ДЕЙСТВИЯ ВИБРАЦИИ**

С.В. Савельев, Г.Г. Бурый, И.К. Потеряев
ФГБОУ ВПО «СибАДИ», Россия, г. Омск.

Аннотация. В данной статье рассмотрено применение алгоритма подбора рациональных режимных параметров вибрационных катков с учетом максимальных значений виброускорений массы уплотняемого грунта. Определена зависимость для нахождения массы уплотняемого грунта, ограниченной значениями виброускорений, ниже которых деформация грунта не происходит, что ранее не учитывалось при определении массы уплотняемого грунта. Уточнение значений массы уплотняемого грунта позволит подбирать более рациональные режимные параметры вибрационных катков, что позволит повысить их производительность.

Ключевые слова: уплотнение, вибрационный каток, вибрация, грунт, виброускорения.

Введение

Продолжительность эксплуатации автомобильных дорог во многом зависит от качества уплотнения земляного полотна. Некачественное уплотнение может привести к разрушению дорожного полотна, и как следствие, к большим финансовым потерям при строительстве автомобильных дорог также влияет продолжительность эксплуатации дорожных машин: чем она дольше, тем дороже строительство. В наши дни наиболее распространенными дорожными машинами, предназначенными для уплотнения грунтов, являются вибрационные катки. Важно добиться качественного уплотнения земляного полотна при минимальном использовании катка. Ниже описан алгоритм подбора режимных параметров виброкатков, позволяющий добиться качественного уплотнения, с максимальной для катков производительностью. В данном алгоритме были уточнены режимные параметры вибрационных катков на основании исследований виброускорений в грунте, уплотняемом вибрационными катками. Для применения данного алгоритма на практике он был реализован в программном продукте Microsoft Visual Basic, который позволяет быстро провести все расчеты.

Подбор рациональных режимных параметров вибрационного катка

Рассмотрим различные частоты колебаний вибровозбудителя в диапазоне от 30 до 60Гц, так как этот диапазон частот наиболее эффективен [1]. Программа выбирает значение частоты колебаний вибровозбудителя из данного диапазона при уплотнении грунта от

начальной до требуемой плотности. Значения частоты должны соответствовать условиям эффективного протекания процесса уплотнения [2]. Далее по этим значениям частоты определяются другие режимные параметры вибрационных катков.

1. Вынуждающая сила вибровозбудителя.

Учитывая исследования профессора Хархуты Н.Я., вынуждающую силу вибровозбудителя определим по зависимости (1)

$$P = 39,4 \cdot m_d \cdot r_d \cdot f^2, \quad (1)$$

где m_d – масса дебаланса, кг; r_d – радиус вращения центра тяжести дебаланса, м, f – частота колебаний вибровозбудителя, Гц. [2,3]

2. Определение рабочей скорости вибрационного катка

Учитывая исследования профессора Хархуты Н.Я. и других исследователей рабочую скорость вибрационного катка определим по формуле (2), длину дуги пятна контакта вальца с грунтом по формуле (3), коэффициент превышения по формуле (4)

$$v = \frac{60 \cdot d \cdot n_{np} \cdot f}{n_u}; \quad (2)$$

$$d = 2 \cdot R \cdot \arcsin \left(2 \sqrt{\frac{K_{np} \cdot (P + 9,81 \cdot m_2)}{B \cdot R \cdot E}} \right); \quad (3)$$

$$K_{np} = -0,018 \cdot \left(\frac{P}{m_2} \right) + 5,18, \quad (4)$$

где d – длина дуги пятна контакта вальца с грунтом, м; $n_{ц}$ – потребное число циклов нагрузки при уплотнении (для связного грунта $n_{ц}=20000$; для несвязного $n_{ц}=5000$); $n_{пр}$ – число проходов катка; f – частота колебаний вибровозбудителя, Гц; m_2 – масса вальца с пригрузом от веса катка, кг; B – ширина вальца катка, м; R – радиус вальца, м; E – модуль деформации грунта, Па [2, 3].

По формулам, выведенным профессором Хархутой Н.Я., [2] определим модуль деформации грунта по регрессионным зависимостям для связного грунта (5) и несвязного грунта (6).

$$E = 33,172 \cdot \left(\frac{\rho}{\rho_{\max}} \right) - 22,186; \quad (5)$$

$$E = 17,25 \cdot \left(\frac{\rho}{\rho_{\max}} \right)^{9,2}. \quad (6)$$

где ρ – плотность сухого грунта, кг/м³; ρ_{\max} – максимальная стандартная плотность грунта, кг/м³ [3].

Подбор рабочей скорости вибрационного катка зависит от напряжения на пятне контакта вальца с грунтом, которое не должно превышать предела прочности грунта. По формулам, выведенным профессором Хархутой Н.Я., [2] напряжение на пятне контакта вальца с грунтом определим по зависимости (7)

$$\sigma = K_{пр} \frac{P + 9,81 \cdot m_2}{B \cdot d}, \quad (7)$$

По формулам, выведенным профессорами Хархутой Н.Я., Вяловым С.С., Трофимовым В.Т., [2,4] определим предел прочности

грунта по регрессионным зависимостям для связного грунта (8) и несвязного грунта (9).

$$\sigma_{пр} = 1,66 \cdot \left(\frac{\rho}{\rho_{\max}} \right)^{8,2245}; \quad (8)$$

$$\sigma_{пр} = 0,8756 \cdot \left(\frac{\rho}{\rho_{\max}} \right)^{9,6672}. \quad (9)$$

Коэффициент детерминации $R^2=0,98$ [3].

3 Определение толщины уплотняемого слоя грунта

До сегодняшнего дня толщина уплотняемого слоя ограничивалась зоной напряжений в грунте, и не учитывались значения виброускорений в грунте при определении толщины уплотняемого слоя, однако именно значения виброускорений в грунте – это критерий эффективности процесса уплотнения, согласно исследованиям профессора Д.Д. Баркана. Профессором Барканом Д.Д. были определены значения виброускорений, ниже которых грунт перестает деформироваться. Следовательно, ими можно ограничить толщину уплотняемого слоя [5,6]. Тем самым мы учитываем не только зону напряжений в грунте, а также зону активного действия вибрации. Для выведения зависимости для нахождения толщины уплотняемого слоя на базе ФГБОУ ВПО «СибАДИ» были проведены экспериментальные исследования по определению значений виброускорений в грунте на различной глубине под вальцом вибрационного катка. Вибрационный каток уплотнял грунт с различной частотой. Толщину уплотняемого слоя грунта определим при уплотнении связного грунта по зависимости (10), при уплотнении несвязного грунта по зависимости (11):

$$h = \frac{\rho_k}{\rho} \cdot \log_{K_3} \left(\frac{50,5 \cdot \sigma_k \cdot \left(\frac{\rho_k}{\rho_{\max}} \right) + 13,3 \cdot \left(\frac{\rho_k}{\rho_{\max}} \right) - 35,2 \cdot \sigma_k - 9,3}{\left(-0,018 \cdot \left(\frac{\rho_k}{m_2} \right)^2 + 5 \cdot \frac{\rho_k}{m_2} + 50,8 \right) \cdot \left(0,86 - 1,3 \cdot \left(\frac{\rho_k}{\rho_{\max}} \right) + 1,44 \cdot \sigma_k \right)} \right); \quad (10)$$

$$h = \frac{\rho_k}{\rho} \cdot \log_{K_3} \left(\frac{27,8 \cdot \sigma_k \cdot \left(\frac{\rho_k}{\rho_{\max}} \right) + 8,1 \cdot \left(\frac{\rho_k}{\rho_{\max}} \right) - 19,5 \cdot \sigma_k - 5,6}{\left(-0,018 \cdot \left(\frac{\rho_k}{m_2} \right)^2 + 5 \cdot \frac{\rho_k}{m_2} + 50,8 \right) \cdot \left(3,3 - 4,1 \cdot \left(\frac{\rho_k}{\rho_{\max}} \right) + 2,3 \cdot \sigma_k \right)} \right); \quad (11)$$

где ρ_k – конечная плотность сухого грунта, кг/м^3 ; K_3 – коэффициент, учитывающий изменение значений виброускорений по толщине грунта; σ_k – напряжение на пятне контакта вальца с грунтом на конечной стадии уплотнения, МПа; P_k – вынуждающая сила вибровозбудителя на конечной стадии уплотнения, Н. [2, 3, 5, 6, 7]

Коэффициент K_3 , учитывающий изменение значений виброускорений по толщине грунта, определим по зависимости (12), напряжение на пятне контакта на конечной стадии уплотнения определим по зависимости (13), длину дуги пятна контакта на конечной стадии уплотнения определим по зависимости (14):

$$K_3 = 0,0014 \cdot \left(\frac{\rho_k}{\rho_{\max}} \right)^{-12}; \quad (12)$$

$$\sigma_k = K_{\text{пр2}} \frac{P_k + 9,81 \cdot m_2}{B \cdot d_k}; \quad (13)$$

$$d_k = 2 \cdot R \cdot \arcsin \left(2 \sqrt{\frac{K_{\text{пр2}} \cdot (P_k + 9,81 \cdot m_2)}{B \cdot R \cdot E_k}} \right), \quad (14)$$

где d_k – длина дуги пятна контакта на конечной стадии уплотнения, м; $K_{\text{пр2}}$ – коэффициент превышения на конечной стадии уплотнения; E_k – модуль деформации грунта на конечной стадии уплотнения, Па; P_k – вынуждающая сила вибровозбудителя на конечной стадии уплотнения, Н. [2,3]

Коэффициент превышения на конечной стадии уплотнения $K_{\text{пр2}}$ определим по зависимости (15), вынуждающую силу вибровозбудителя P_k на конечной стадии уплотнения определим по зависимости (16):

$$K_{\text{пр2}} = -0,018 \cdot \left(\frac{P_k}{m_2} \right) + 5,18; \quad (15)$$

$$P_k = 39,4 \cdot m_d \cdot r_d \cdot f_k^2, \quad (16)$$

где f_k – частота колебаний вибровозбудителя на конечной стадии уплотнения, Гц [2,3].

По исследованиям профессора Хархуты Н.Я. [2] определим модуль деформации грунта на конечной стадии уплотнения по регрессионным зависимостям для связного грунта (17) и несвязного грунта (18).

$$E_k = 33,172 \cdot \left(\frac{\rho_k}{\rho_{\max}} \right) - 22,186; \quad (17)$$

$$E_k = 17,25 \cdot \left(\frac{\rho_k}{\rho_{\max}} \right)^{9,2}. \quad (18)$$

Напряжение на пятне контакта на конечной стадии уплотнения грунта не должно превышать предел прочности грунта. По регрессионным зависимостям Хархуты Н.Я., Вялова С.С., Трофимова В.Т. [2,4] определим предел прочности грунта на конечной стадии уплотнения для связного грунта (19) и несвязного грунта (20):

$$\sigma_{\text{пр2}} = 1,66 \cdot \left(\frac{\rho_k}{\rho_{\max}} \right)^{8,2245}; \quad (19)$$

$$\sigma_{\text{пр2}} = 0,8756 \cdot \left(\frac{\rho_k}{\rho_{\max}} \right)^{9,6672}. \quad (20)$$

Коэффициент детерминации $R^2=0,98$ [3].

4. Определение массы уплотняемого грунта.

На сегодняшний день зависимости для определения массы уплотняемого грунта ограничиваются с учетом толщины уплотняемого слоя и по бокам углом внутреннего трения грунта [8]. Однако проведенные исследования на базе ФГБОУ ВПО «СибАДИ» по измерению значений виброускорений в грунте в различных направлениях под вальцом вибрационного катка позволили определить значения углов распространения зоны активного действия вибрации. Полученные значения углов распространения зоны активного действия вибрации отличаются от принимаемых ранее. В итоге была выведена уточненная зависимость для определения массы уплотняемого грунта с учетом зоны активного действия вибрации. Ее определим по формуле (21):

$$m_1 = \rho \cdot \left(\frac{1}{3} h \cdot ((B + 2h \cdot \text{tg } \alpha) \cdot (d + 2h \cdot \text{tg } \beta) + \sqrt{d \cdot B \cdot (B + 2h \cdot \text{tg } \alpha) \cdot (d + 2h \cdot \text{tg } \beta) + d \cdot B}) \right), \quad (21)$$

где ρ – плотность грунта, кг/м^3 ; h – толщина уплотняемого слоя грунта, м; α и β – углы распространения зоны активного действия вибрации от пятна контакта, град.; B – ширина вальца, м; d – длина дуги пятна контакта вальца с грунтом, м.

Углы распространения зоны активного действия вибрации составили при уплотнении суглинка $\alpha \approx 5^\circ$, $\beta \approx 14^\circ$, супеси $\alpha \approx 8^\circ$, $\beta \approx 18^\circ$ [3].

5. Определение значений виброускорений массы уплотняемого грунта.

Значения виброускорений массы уплотняемого грунта определим по зависимости (22):

$$a_1 = -M \cdot \omega^2 \cdot \cos \omega t - N \cdot \omega^2 \cdot \sin \omega t; \quad (22)$$

$$M = \frac{\bar{\mu} \left(\omega^4 - \bar{B} \omega^2 + \bar{D} \right)}{\left(\omega^4 - \bar{B} \omega^2 + \bar{D} \right)^2 + \left(\bar{A} \omega^3 - \bar{C} \omega \right)^2};$$

$$N = \frac{-\bar{\mu} \left(\bar{A} \omega^3 - \bar{C} \omega \right)}{\left(\omega^4 - \bar{B} \omega^2 + \bar{D} \right)^2 + \left(\bar{A} \omega^3 - \bar{C} \omega \right)^2};$$

$$\bar{\mu} = \frac{P}{m_1} \frac{c_2}{m_2}; \quad \bar{A} = \frac{b_1}{m_1};$$

$$\bar{B} = \frac{c_1}{m_1} + \frac{c_2}{m_2} \cdot \frac{m_1 + m_2}{m_1}; \quad \bar{C} = \frac{b_1}{m_1} \frac{c_2}{m_2};$$

$$\bar{D} = \frac{c_1}{m_1} \frac{c_2}{m_2}; \quad \omega = 2\pi \cdot f; \quad c_1 = E \cdot \frac{d \cdot B}{h};$$

$$b_1 = \eta \frac{d \cdot B}{2h},$$

где ω – угловая частота вынужденных колебаний, рад/с; t – время, с; c_1 – коэффициент учитывающий упругие и пластичные деформации грунта, Н/м; b_1 – коэффициент вязкого трения грунта, Н·с/м; η – динамическая вязкость грунта (для связного грунта оптимальной влажности $\eta=14 \cdot 10^4$, для несвязного грунта оптимальной влажности $\eta=4 \cdot 10^4$), Па·с; a_1 – виброускорение массы уплотняемого грунта, м/с² [3, 9, 11, 12].

Для определения рациональной частоты колебаний вибровозбудителя и других режимных параметров, необходимо чтобы выполнялись следующие условия (23)

$$\begin{cases} a_1, f_k \rightarrow \max, \\ \sigma < \sigma_{пр}, \\ \sigma_k < \sigma_{пр2}, \\ d < R, \\ d_k < R. \end{cases} \quad (23)$$

Основное условие определения рациональных режимных параметров вибрационных катков – это максимальные значения виброускорений в уплотняемом грунте. Это означает что процесс уплотнения максимально эффективен по исследованиям профессора Д.Д. Баркана. Если выбранное программой значение частоты колебаний вибровозбудителя не удовлетворяет данным условиям, программа подбирает другие значения из диапазона от 30 до 60Гц до тех пор пока условия (23) не будут выполняться. Суть программы сводится к последовательной подстановке всех значений частоты колебаний вибровозбудителя из диапазона от 30 до 60 Гц в формулы алгоритма, до тех пор пока не будут выполняться условия (23). Если условия (23) выполняются, значит подобранная частота колебаний вибровозбудителя и другие режимные параметры вибрационного катка рациональны. По рациональному значению частоты колебаний вибровозбудителя определяются другие режимные параметры катка: вынуждающая сила вибровозбудителя, рабочая скорость вибрационного катка, толщина уплотняемого слоя грунта, значение массы уплотняемого грунта, значение виброускорений массы уплотняемого грунта. Окно программы, в которой реализован данный алгоритм, представлено на рисунке 1 [3].

Расчет режимных параметров вибрационных катков

Масса вальца с пригрузом, кг	7000
Начальная плотность грунта, кг/м ³	1785
Требуемая плотность грунта, кг/м ³	1995
Максимальная стандартная плотность грунта, кг/м ³	2100
Маховой момент дебаланса, кг·м ²	6.6
Ширина вальца, м	2
Радиус вальца, м	0.8
Число проходов катка	8
Тип грунта	связный
Частота колебаний вибровозбудителя, Гц	расчет
для уплотнения грунта начальной плотности	13
для уплотнения грунта требуемой плотности	21
Выходные данные	
[Параметры катка]	
Толщина уплотняемого слоя грунта, м	0,3
Рабочая скорость катка, км/ч	0,9
Масса уплотняемого грунта, кг	908
Вынуждающая сила вибровозбудителя, Н	43947
Виброускорения массы уплотняемого грунта, м/с ²	7,6

Рис. 1. Реализация алгоритма обоснования режимных параметров вибрационных катков в программном продукте Microsoft Visual Basic на примере вибрационного катка ДУ-85

Заключение

Зная режимные параметры вибрационного катка, при которых процесс уплотнения будет проходить максимально эффективно, можно сократить время технологического цикла работы катка при уплотнении земляного полотна, а именно сократить количество проходов по следу. Нужно количество проходов позволит определить устройство непрерывного контроля качества уплотнения грунта [10]. Данный алгоритм применим для организаций, производящих вибрационные катки при назначении рациональных параметров для них, а также применим для вибрационных катков с большим количеством частотных режимов. Если в организации имеются только вибрационные катки с малым количеством частотных режимов, данный алгоритм позволит уточнить для них толщину уплотняемого слоя грунта, что позволит использовать для уплотнения земляного полотна катки меньшей мощности, чем применялись ранее. Описанный алгоритм позволит добиться максимальной производительности

вибрационных катков, что сократит расходы на строительство автомобильных дорог.

Библиографический список

1. Цытович, Н.А. Механика грунтов: учебник для вузов / Н.А. Цытович. – 3-е изд., доп. – М.: Высшая школа, 1979. – 272 с.
2. Хархута, Н.Я. Прочность, устойчивость и уплотнение грунтов земляного полотна автомобильных дорог / Н.Я. Хархута, Ю.М. Васильев. – М.: Транспорт, 1975. – 284 с.
3. Бурый, Г.Г. Методика обоснования режимов работы дорожных катков с учетом массы уплотняемого грунта в зоне активного действия вибрации / Г.Г. Бурый С.В. Савельев // Строительные и дорожные машины. – 2015. – №3. – С. 48 – 51.
4. Уплотнение грунтов обратных засыпок в стесненных условиях строительства/ Госстрой СССР. Центральный научно-исследовательский и проектно-экспериментальный институт организации, механизации и технической помощи строительству. – М.: Стройиздат, 1981. – 220 с.
5. Баркан, Д.Д. Устройство оснований сооружений с применением вибрирования / Д.Д. Баркан. – М.: Издательство министерства строительства предприятий машиностроения, 1949. – 121 с.
6. Ласточкин, В.С. Установление степени уплотнения грунтов при замачивании и динамическом воздействии / В.С. Ласточкин. // Динамика оснований и фундаментов (труды второй конференции). Том I «Свойства грунтов при вибрациях». – М., 1969. – С. 105 - 110.
7. Балашов, В.Н. Определение эффективных режимов виброплит при уплотнении грунтов и цементогрунтовых смесей / В.Н. Балашов, П.П. Петрович // Труды СоюзДорНИИ. – М.: 1980. – С. 19 - 27.
8. Белоусов, Л.И. Динамические параметры колебательной системы катков на пневматических шинах / Л.И. Белоусов, М.И. Капустин, Н.Я. Хархута // Тр./ СоюзДорНИИ. 1975. – Вып. 44. – С. 71-75.
9. Бурый, Г.Г. Математическое описание колебательной системы «вибрационный рабочий орган - грунт / Г.И. Шабанова, С.В. Савельев, Г.Г. Бурый // Вестник СибАДИ. – 2013. – №3 (31). – С. 102-107.
10. Патент 2500855 Российская Федерация, МПК E01C23/07. Устройство непрерывного контроля качества уплотнения грунта / Михеев В. В., Савельев С.В., Бурый Г.Г.; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия (СибАДИ)» (RU); №2012121230/03; заявл. 23.05.2012; опубл. 10.12.2013. Бюл. № 34. 2 с.
11. Савинов, О.А. Современные конструкции фундаментов под машины и их расчет / О.А. Савинов. – Л.: Стройиздат. Ленингр. отд-ние, 1979. – 200 с.

**APPLICATION OF ALGORITHM OF DEFINITION
PARAMETERS OF VIBRATION SKATING RINKS
TAKING INTO ACCOUNT WEIGHT THE
CONDENSED SOIL IN THE ZONE OF ACTIVE
ACTION OF VIBRATION**

S.V. Savelyev, G.G. Bury, I.K. Poteryaev

Abstract. In this article application of algorithm of selection of rational regime parameters of vibration skating rinks taking into account the maximum values of vibration accelerations of mass of the condensed soil is considered. Dependence for finding of the mass of the condensed soil limited to values of vibration accelerations below which deformation of soil doesn't happen is defined that earlier wasn't considered at determination of mass of the condensed soil. Specification of values of mass of the condensed soil will allow to select more rational regime parameters of vibration skating rinks that will allow to increase their productivity.

Keywords: consolidation, vibration skating rink, vibration, soil, vibration accelerations.

References

1. Cytovich N.A. *Mekhanika gruntov: uchebnyk dlja vuzov* [Mekhanika of soil: the textbook for higher education institutions]. Moscow, Vysshaja shkola, 1979. 272 p.
2. Harhuta N.Ja., Vasil'ev Ju.M. *Prochnost', ustojchivost' i uplotnenie gruntov zemljanogo polotna avtomobil'nyh dorog* [Prochnost, stability and uplotkneniye of soil of a road bed of highways]. Moscow, Transport, 1975. 284 p.
3. Buryj G.G., Savel'ev S.V. Metodika obosnovanija rezhimov raboty dorozhnyh katkov s uchetom massy uplotnjaemogo grunta v zone aktivnogo dejstvija vibracii [Metodika of justification of operating modes of road skating rinks taking into account the mass of the condensed soil in a zone of active action of vibration]. *Stroitel'nye i dorozhnye mashiny*, 2015, no 3. pp. 48 – 51.
4. *Uplotnenie gruntov obratnyh zasypok v stesnennyh uslovijah stroitel'stva* Gosstroj SSSR. Central'nyj nauchno-issledovatel'skij i proektno-eksperimental'nyj institut organizacii, mehanizacii i tehniceskoy pomoshhi stroitel'stvu [Consolidation of soil of the return zasypok in the constrained conditions the construction / State Committee for Construction of the USSR]. Moscow, Strojizdat, 1981. 220 p.
5. Barkan D.D. *Ustrojstvo osnovanij sooruzhenij s primeneniem vibrirvanija* [Ustrojstvo of the bases of constructions with vibrating application]. Moscow, Izdatel'stvo ministerstva stroitel'stva predpriyatij mashinostroenija, 1949. 121 p.
6. Lastochkin V.S. *Ustanovlenie stepeni uplotnenija gruntov pri zamachivanii i dinamicheskom vozdejstvii* [Establishment of extent of consolidation of soil when soaking and dynamic influence]. Dinamika osnovanij i fundamentov (trudy vtoroj konferencii). Tom I «Svoystva gruntov pri vibracijah». M., 1969. pp. 105 - 110.

7. Balashov V.N., Petrovich P.P. Opredelenie jeffektivnyh rezhimov vibroplit pri uplotnenii gruntov i cementogruntovyh smesej [Definition of the effective modes of vibrating plates at consolidation of soil and the tsementogruntovykh of mixes]. *Trudy SojuzDorNII*, Moscow, 1980. pp. 19 - 27.

8. Belousov L.I., Kapustin M.I., Harhuta N.Ja. *Dinamicheskie parametry kolebatel'noj sistemy katkov na pnevmaticheskijh шинah* [Dynamic parameters of oscillatory system of skating rinks on pneumatic tires]. *SojuzDorNII*. 1975. no. 44. no. 71-75.

9. Buryj G.G., Shabanova G.I., Savel'ev S.V., Matematicheskoe opisanie kolebatel'noj sistemy «vibracionnyj rabochij organ - grunt [The mathematical description of oscillatory system "vibration working body - soil]. *Vestnik SibADI*, 2013, no 3 (31). pp. 102-107.

10. Miheev V. V., Savel'ev S.V., Buryj G.G. *Ustrojstvo nepreryvnogo kontrolja kachestva uplotnenija grunta* [Device of continuous quality control of consolidation Soil]. Patent R.F. no 2012121230/03.

11. Savinov O.A. *Sovremennye konstrukcii fundamentov pod mashiny i ih raschet* [Modern designs of the bases under cars and their calculation]. L.: Strojizdat. Leningr. otd-nie, 1979. 200 p.

Савельев Сергей Валерьевич (Россия, Омск) – доктор технических наук, доцент, профессор кафедры «Эксплуатация и сервис транспортно-технологических машин и комплексов в строительстве» ФГБОУ ВПО «СибАДИ» (644080, г. Омск, пр. Мира, 5, e-mail: saveliev_sergval@mail.ru).

Бурый Григорий Геннадьевич (Россия, Омск) – преподаватель кафедры «Автомобили, конструкционные материалы и технологии» ФГБОУ ВПО «СибАДИ» (644080, г. Омск, пр. Мира, 5, e-mail: coshperovsky@mail.ru).

Потеряев Илья Константинович (Россия, Омск) – кандидат технических наук, доцент кафедры «Эксплуатация и сервис транспортно-технологических машин и комплексов в строительстве» ФГБОУ ВПО «СибАДИ» (644080, г. Омск, пр. Мира, 5, e-mail: poteryaev_ik@mail.ru).

Sergey V. Saveliev (Russian Federation, Omsk) – doctor of technical sciences, Ass. Professor, Department of Operation and service of transport - technological machines and systems in construction, of The Siberian State Automobile and Highway Academy (644080, Omsk, Mira, 5, e-mail: saveliev_sergval@mail.ru).

Grigoriy G. Buryj (Russian Federation, Omsk) – department of operation and repair of automobiles, of The Siberian State Automobile and Highway Academy (644080, Omsk, Mira, 5, e-mail: coshperovsky@mail.ru).

Ilya K. Poteryaev (Russian Federation, Omsk) – candidate of technical sciences, Ass. Professor, Department of Operation and service of transport - technological machines and systems in construction, of The Siberian State Automobile and Highway Academy (644080, Omsk, Mira, 5, e-mail: poteryaev_ik@mail.ru).

УДК 656.1

УПРАВЛЕНИЕ ЗАГРУЗКОЙ ТРАНСПОРТНОЙ СЕТИ ГОРОДА С УЧЕТОМ ПОВЫШЕНИЯ ДОСТУПНОСТИ ПАССАЖИРСКОГО ТРАНСПОРТА

Э.А. Сафронов, К.Э. Сафронов, Е.С. Семенова
ФГБОУ ВПО «СибАДИ», Россия, г. Омск.

Аннотация. В статье излагается методика управления загрузкой транспортной сети города путем оптимизации состава транспортного потока и использования нового критерия – коэффициента загрузки улично-дорожной сети (УДС) от различных видов пассажирского транспорта, включая индивидуальный. Задача разгрузки УДС решается путем ускорения развития муниципального транспорта различной вместимости, доступного для маломобильных групп населения (МГН). Это позволит повысить объемы пассажирских перевозок при соблюдении стандартов транспортного обслуживания.

Ключевые слова: маршрутная сеть, подвижной состав, инфраструктура, провозная способность, пробег, эффективность, доступность, безопасность.

Введение

Пассажирские перевозки и у нас и за рубежом являются убыточными и требуют дотаций, в Европе они составляют 50-60% от себестоимости. Тем не менее, в нашей стране уже давно и безуспешно различными способами пытаются вывести перевозки на уровень рентабельности постоянно снижая субсидии. Коллапс, связанный с недостатком топлива на муниципальном транспорте большой вместимости, в конце ноября 2015 года в г. Омске показал, что экономить на общественном городском пассажирском транспорте (ГПТ) можно до определенного момента, потом он останавливается, пассажиры идут пешком или если повезет, пересеживаются на микроавтобусы, индивидуальный транспорт и ситуация лишь ухудшается. Доля перевозок на индивидуальном транспорте увеличивается до 70%, при этом доля маршрутизированного транспорта падает до 30%, что приводит к заторам, снижению скорости потоков и огромным убыткам.

Изучению работы транспортных систем крупных городов и повышению эффективности их функционирования посвящены работы многих советских ученых – Е.В. Овечникова, В.В. Фишельсона, Д.С. Самойлова и др. [1,2]. Современные исследователи отмечают, что именно территориальные ограничения определяют качество жизни населения города, а "потребности в моторизованном движении никогда не могут быть удовлетворены полностью" [3]. В этой ситуации актуальным является определение правильных пропорций в распределении объемов перевозок по видам транспорта, включая индивидуальный, с учетом внедрения стандартов транспортного обслуживания и поиск путей повышения уровня субсидирования ГПТ [4].

Методика управления загрузкой УДС

В СибАДИ разработана методика по оценке загрузки УДС города различными видами ГПТ и индивидуальным транспортом с целью ее общего снижения. Алгоритм управления загрузкой магистральной сети города следующий:

1. Обосновывается распределение объемов перевозок между городским пассажирским транспортом (ГПТ) и индивидуальным транспортом с учетом перспективного уровня автомобилизации.

2. Проводится распределение объемов перевозок между муниципальным и коммерческим ГПТ с учетом финансовых возможностей города.

3. Дается обоснование структуры парка по вместимости на муниципальном и коммерческом транспорте.

4. Проводится минимизация транспортных потоков на главных улицах города путем оптимизации пропорций между муниципальным и коммерческим транспортом и административных решений.

Расчеты ведутся в системе «население-пассажир-транспорт-дорога». Связующими факторами здесь являются – транспортная подвижность населения, виды транспорта, пассажирские и транспортные потоки (рис. 1). Определение правильных пропорций между ними с учетом особенностей города и приводит к оптимизации структуры транспортного потока. Для сбора информации используются видеосъемки, социальный опрос водителей и пассажиров, статданные. При этом решается задача – в условиях роста пассажирских перевозок добиться снижения загрузки УДС от маршрутного транспорта.

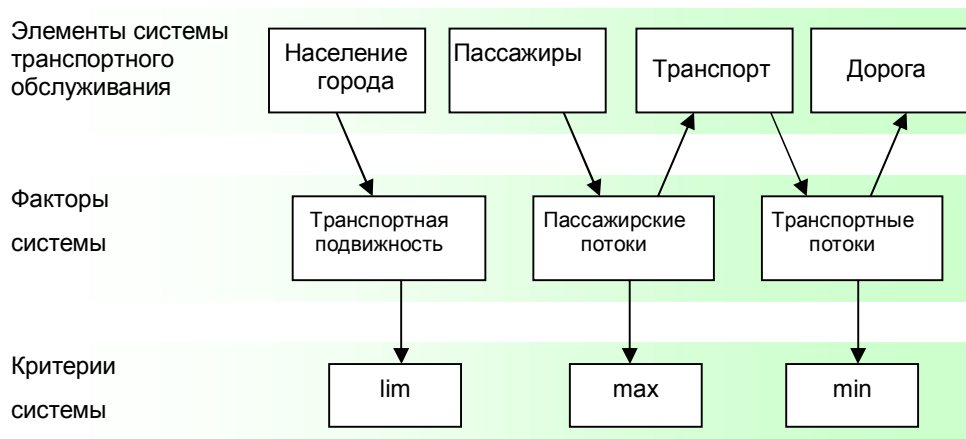


Рис. 1 Блок-схема системы транспортного обслуживания населения города

Приведем алгоритм расчета загрузки магистральной сети.

1. Предлагаемая работа по видам транспорта:

$$P_T = l_n \Omega_i N_{nc} N_p, \quad (1)$$

где P_T – предлагаемая работа по видам транспорта, место-км; l_n – длина рейса в 1 направлении, км; Ω_i – вместимость i -го транспортного средства (ТС), мест; N_{nc} – количество ТС, N_p – количество рейсов, ед.

2. Исползованная работа по видам транспорта:

$$P_{и}^i = P_T K_n, \quad (2)$$

где $P_{и}^i$ – использованная работа по i -м видам транспорта, пасс.-км; K_n – коэффициент наполнения салона.

3. Объем перевозок по видам транспорта:

$$A_i = P_{и}^i / l_n, \quad (3)$$

где A_i – объем перевозок по i -м видам транспорта, пасс.; l_n – средняя дальность поездки, км.

4. Приведенный пробег:

$$W_{пр} = W_i K_{пр}, \quad (4)$$

где $W_{пр}$ – приведенный пробег, авт.-км; W_i – пробег i -го вида транспорта, маш.-км.; $K_{пр}$ – коэффициент приведения различных видов транспорта к условному легковому автомобилю, следует принимать по таблице 4.2 [5].

5. Коэффициент загрузки УДС по видам транспорта:

$$R_i = W_{пр}^i / A_i, \quad (5)$$

где R_i – коэффициент загрузки УДС по i -м видам транспорта, авт. км / пасс.

6. Приведенный коэффициент загрузки УДС по видам транспорта:

$$\Delta R_i = R_i / R_{об}, \quad (6)$$

где ΔR_i – приведенный к автобусу особо большой вместимости коэффициент загрузки УДС i -м видам транспорта, $R_{об} = 0,11$.

Расчеты, проведенные по крупным городам, дали следующие значения приведенных коэффициентов загрузки: автобус особо большой (ОБ) – 1,0, маршрутное такси – 4,0, легковой автомобиль – 30, (табл. 1, рис. 2). При этом учитывались реальные условия работы ГПТ.

Таблица – 1 Величина коэффициента загрузки УДС по видам транспорта в час пик

Вид транспорта	Класс по вместимости	Вместимость, мест, Ω_i	Коэффициент загрузки УДС, R_i	Приведенный коэффициент загрузки, ΔR_i
Автобус	Малый (М)	40	0,21	1,9
Троллейбус	Большой (Б)	110	0,16	1,5
Автобус	Особо большой (ОБ)	160	0,11	1,0
Маршрутное такси	Особо малый (ОМ)	13	0,46	4,0
Легковой тр-т	-	1,5	3,3	30

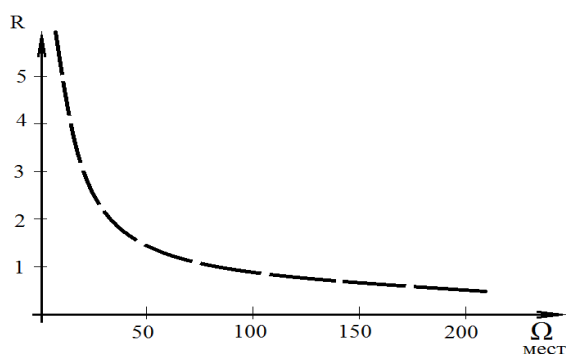


Рис. 2. Зависимость коэффициента загрузки УДС от вместимости ТС

Введение в методику транспортных расчетов нового показателя (R_i – коэффициент загрузки УДС по видам транспорта) позволяет количественно оценить влияние различных

видов транспорта на уровень загрузки УДС. Коммерческий (маловместительный) транспорт загружает УДС в среднем в 1,5 раза больше, чем социальный (большой и особо большой вместимости) в расчете на объем перевозок. Для примера дан расчет показателей работы маршрутной сети г. Бердска до 2020 г. (табл. 2). Расчеты показали, что загрузка УДС от ГПТ снизится в 2015 г. до 61%, в 2020 г. – до 86% при росте пассажирских перевозок до 102% и 106% соответственно. Производительность ТС в 2020 г. вырастет до 146%. В этом варианте полнее решаются вопросы доступности и безопасности перевозок на ГПТ в связи с ускоренным развитием муниципального транспорта.

Таблица 2 – Расчет показателей маршрутной сети города Бердска на 2015-2020 годы

Показатель	Год	L_m – длина маршрутов в одном направлении, км	$N_{пс}$ – количество подвижного состава на линии, ед.	A – количество перевезенных пассажиров за год, тыс. чел.	$G_p = A / N_{пс}$: производительность единицы ТС маршрута в год, $N_{пс}$ – количество ТС на маршруте	$W_{пр}$ – приведенный пробег за год, тыс. авт.-км	$R = W_{пр} / A$: суммарный показатель удельной загрузки УДС, авт. км / пасс
Итого по соц. маршрутам	2014	87,69	24	3201	1133	2285	5,34
	2015	81,25	28	4252	1170	2236	3,55
	2020	109,50	36	6000	1792	3245	5,61
Итого комм. маршрутам	2014	91,15	151	7219	432	12130	16,5
	2015	73,96	80	6378	562	8601	9,8
	2020	73,96	70	5000	490	8460	13,1
Всего (без сезонных)	2014	178,84	175	10420	1564	14415	21,8
	2015	155,21	108	10630	1732	10837	13,3
	2020	183,46	106	11000	2282	11705	18,7
В % к 2014 г.	2015	87%	62%	102%	111%	75%	61%
	2020	103%	61%	106%	146%	81%	86%

В частности, доля социальных маршрутов в перевозках пассажиров сейчас составляет 30%. Средняя дальность поездки пассажира на социальных маршрутах 5,5 км, на коммерческих – 5,8 км, средняя 5,7 км. Сложившееся соотношение по объемам перевозок между социальным и коммерческим транспортом (30% и 70%) создает проблемы для жителей и говорит о необходимости повышения доли социального транспорта в маршрутной до 55%.

Следует пояснить, что обслуживает социальные маршруты муниципальный подвижной состав, состоящий из автобусов малой, средней и большой вместимости, среди которых есть низкопольные модели, способные перевозить инвалидов и МГН. Коммерческий транспорт состоит из микроавтобусов и авто-

бусов малой вместимости, среди которого пока не велика доля доступного ТС.

В структуре существующего парка ТС автобусов, используемых на городских маршрутах г. Бердска, можно выделить только одну модель ТС, приобретенную в 2013 году и приспособленную для перевозки МГН. Это автобус марки ПАЗ-4239 (средний класс, вместимость 88 чел.). Данная модель относится к полунизкопольным транспортным средствам (пониженный уровень пола у средней и передней дверей составляет 340 мм). В целом в 2014 г. 1 ед. (3%) современного парка автобусов оснащено доступной техникой. При обновлении парка ТС необходимо руководствоваться положениями Транспортной стратегии РФ на период до 2030 года.

Программа оптимизации парка предусматривает ускоренное обновления ТС, в результате чего парк к 2020 году вырастет на 60% и составит 48 ед. Объем приобретения за период 2015-2020 гг. составит – 30 ед., списания – 12 ед. Основная доля приобретаемых транспортных средств – автобусы средней (40%) и малой (60%) вместимости.

Для приобретения в каждом классе вместимости рекомендуются следующие модели автобусов: средний – ПАЗ-4239 (88 мест), малый – ПАЗ-3237 (54 места). Данные модели относятся к низкопольным или полунизкопольным транспортным средствам, что обеспечивает доступность их различными категориями граждан. В целом доля доступного транспорта в структуре парка автобусов к 2020 г. составит 62%. В расчетах использованы следующие стоимости автобусов: 3296 тыс. руб. и 1998 тыс. руб. соответственно по предложенным моделям.

В г. Бердске на 1 июля 2013 года проживало 7382 инвалида (7,4% от общего числа). Среди них 224 инвалида-ребенка, 85 инвалидов-колясочников, 115 инвалидов по зрению, 141 инвалид по слуху. Общественный транспорт города не приспособлен к обслуживанию инвалидов и МГН.

Для выявления удовлетворенности населения города Бердска качеством транспортных услуг в 2014 году был проведен социологический опрос, в котором приняли участие 162 человека. По составу респонденты распределились следующим образом: 73% трудящихся, 11% студентов, 6% пенсионеров, 4% школьников, 3% безработных и 3% инвалидов.

Таблица 3 – Результаты соцопросов о доступности транспортной инфраструктуры в городах РФ, 2013-2014 гг.

Показатель	Нижевартовск	Елец	Бердск	Среднее
Количество опрошенных, чел.	280	332	162	258
Доступность ТС общественного транспорта для инвалидов и МГН				
Доступно самостоятельно	5%	5%	2%	4%
С посторонней помощью	52%	49%	16%	39%
Не доступно	23%	22%	65%	37%
Затруднились ответить	20%	23%	15%	19%
Доступность остановок общественного транспорта для инвалидов и МГН				
Доступно самостоятельно	23%	14%	10%	16%
С посторонней помощью	41%	36%	25%	34%
Не доступно	-	23%	47%	35%
Затруднились ответить	36%	27%	18%	23%

Выявленные в ходе исследований предложения жителей учтены при разработке плана мероприятий по оптимизации маршрутной сети г. Бердска и других городов.

Свои передвижения 77% опрошенных совершали на маршрутных такси, 25% на автобусах, 22% на личном автомобиле и 15% не пользуются транспортом вообще. Пользуются транспортом ежедневно в будние дни 78% пассажиров, 20% – редко. По результатам опроса 66% пассажиров доезжают до места назначения без пересадок. Время пути у 59% менее 30 мин., 38% пассажиров затрачивают на дорогу от 30 мин. до 1 ч. Время утреннего часа пик жители города определили с 7.00 до 9.00 ч. (50% опрошенных). Наполняемость ТС в утренний час пик 83% жителей оценили в 100% от общей вместимости салона. Время вечернего часа пик 63% жителей города определили с 16.00-19.00 ч. Наполняемость ТС в вечерний час пик 71% опрошенных оценили 100% от общей вместимости салона.

Участники опроса оценили доступность общественного транспорта для инвалидов и МГН. По результатам опроса 64% пассажиров считают общественный транспорт недоступным для МГН, доступно с посторонней помощью – 16%, доступно самостоятельно – 2%. В результате опроса дана оценка доступности остановок общественного транспорта для МГН. 47% жителей считают остановки недоступными для МГН, доступно с посторонней помощью – 25%, доступно самостоятельно – 10%.

Социологические опросы в других городах показали низкую долю респондентов, положительно оценивающих состояние доступности транспортной инфраструктуры и высокую потребность в ней (табл. 3). Нормативные требования выполняются плохо [6].

висимости от сценария развития транспортной стратегии [4]. Точные цифры целесообразно закладывать в стандарты транспортного обслуживания и программы развития ГПТ конкретных городов.

Управление системой пассажирских перевозок

В ходе реформ 90-х годов ответственность за работу ГПТ была передана от государства к муниципалитетам, которые не смогли обеспечить необходимый уровень предоставления транспортных услуг. Во многих муниципалитетах не предусмотрены расходы не только на развитие системы ГПТ, но и на его субсидирование, в таких городах рынок заняли коммерческие перевозчики, работающие по свободным или регулируемым тарифам, которые позволяют покрывать расходы на перевозки. Однако малопроизводительный транспорт приводит к перегрузке магистралей, пробкам, социальным, временным и финансовым потерям. Что бы этого избежать необходимо найти оптимум в провозных возможностях сети пассажирского транспорта при соответствующей доле муниципального и коммерческого ГПТ и распределении перевозок между ГПТ и индивидуальным транспортом.

Такие мероприятия проведены в Сеуле, где доля перевозок на ГПТ повысилась за последние 20 лет с 15% до 60%. В настоящее время в Москве путем введения платных парковок полностью разгружен центр в пределах Садового кольца, а средства идут на развитие системы ГПТ. Аналогичным образом предлагалось решить данную проблему и в Омске. Однако Омск по уровню доходов вряд ли догонит столицу, поэтому более рациональный путь предложил В. Вучек, который в 2014 году привез в наш город проект развития легкорельсового транспорта на основе слияния метро и трамвая. Финансирования не нашлось не только на метро, но даже на трамваи, троллейбусы и автобусы, которые изношены на 100%.

В январе 2016 года вступил в силу федеральный закон от 13 июля 2015 г. № 220-ФЗ "Об организации регулярных перевозок пассажиров и багажа автомобильным транспортом и городским наземным электрическим транспортом в Российской Федерации и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации". По данному закону перевозчики обязаны работать только по контрактам с администрацией, проводимых на основе открытых торгов. Управление системой ГПТ будет осуществляться за счет формирования реестра мар-

шрутов с определенными параметрами по видам транспортных средств (ТС), выпускам и классам ТС, параметрами доступности для инвалидов и МГН.

Важным является вопрос субсидирования ГПТ. Документацией о закупках работ, связанных с осуществлением регулярных перевозок могут устанавливаться назначение и размеры субсидий, которые будут предоставлены перевозчику в соответствии с нормативным правовым актом субъекта Российской Федерации, муниципальным нормативным правовым актом в целях возмещения части затрат на выполнение таких работ.

После того, как будут определены разумные размеры субсидий, неизбежно возникнет вопрос об источниках финансирования ГПТ. Разумным представляется предложение о создании трехступенчатой системы целевых фондов для поддержки ГПТ – федеральный, субъект федерации, местный [6]. Федеральное правительство обладает нужными инструментами для наполнения фонда, за счет установления наценки на бензин, что повлияет главным образом только на издержки эксплуатации частных легковых автомобилей. Могло бы быть рассмотрено и частичное использование таких источников, как налоги, взимаемые при продаже автомобилей, штрафы, сборы при получении государственных номеров и т.п. В крупных городах уже взимается плата за право использования городского пространства для дорожного движения и парковок.

Целесообразно использовать и зарубежный опыт: в Токио, Сеуле и Пекине уже давно стало проблемой приобретение и использование личных автомобилей. Каждый член общества в зависимости от способа передвижения и его вклада в загрузку УДС и окружающую среду, должен нести справедливую плату за это. Получается, что пользоваться индивидуальным транспортом комфортнее, безопаснее и дешевле, чем общественным, но загрузка от него на порядок выше и это влияет на качество жизни всего населения. Необходимо найти компромиссную форму взимания платы и направлять ее на развитие транспортной системы, это приоритетные задачи организаторов перевозок.

Выводы

Предлагаемая методика позволит развивать общественный транспорт и его инфраструктуру с учетом потребностей общества, уделяя внимание качеству обслуживания, доступности и безопасности [7,8]. В свою очередь, такой подход приведет к снижению

загрузки магистралей при росте пассажирских перевозок и повышению эффективности функционирования городских транспортных систем.

Библиографический список

1. Овечников, Е.В. Городской транспорт. Учебник для вузов / Е.В. Овечников, М.С. Фишельсон. – М.: Высш. школа, 1976. – 352 с.
2. Юдин, В.А. Городской транспорт: Учебник для вузов / В.А. Юдин, Д.С. Самойлов. – М.: Стройиздат, 1975. – 287 с.
3. Якимов, М.Р. Научная методология формирования эффективной транспортной системы крупного города: дис. ... д-ра техн. наук: 05.22.01 / Якимов Михаил Ростиславович. – М.: 2011. – 418 с.
4. Транспортная стратегия Российской Федерации на период до 2030 г. / Утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 22 ноября 2008 г. № 1734-р (в редакции от 11 июня 2014 г. № 1032-р) – URL: [http://www.mintrans.ru/\(02.08.2015\)](http://www.mintrans.ru/(02.08.2015)).
5. СП 34.13330.2012 Автомобильные дороги. [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – М.: Каталог документов Normacs, 2015. – Режим доступа: <http://www.normacs.ru/ свободный>. – Загл. с экрана.
6. Брурзма, К. Проблемы городского пассажирского транспорта в России / Транспорт Российской Федерации // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.rostransport.com/themes/17578/> – (дата обращения 08.11.2015).
7. Градостроительный кодекс РФ от 29 декабря 2004 г. № 190-ФЗ // ИС «Гарант».
8. Семенова, Е.С. Обеспечение доступности городской среды техническими средствами // Исследования и инновационные разработки РААСН: сб. ст. к общ. собр. РААСН: в 2 т. Т. 1 / РААСН, Иван. гос. архит.-строит. ун-т; под ред. А.П. Кудрявцева [и др.]. – М. – Иваново, 2010. – 316 с.

DOWNLOAD MANAGEMENT OF THE CITY TRANSPORT NETWORK, GIVEN THE INCREASE IN THE AVAILABILITY OF PASSENGER TRANSPORT

E.A. Safronov, K.E. Safronov, E.S. Semenova

Abstract. The article describes the method of managing the loading of the transport network of the city by optimizing the composition of the traffic flow and use of a new criterion – the load factor of the road network (UDS) from various types of passenger transport, including individual. Task offload UDS is solved by accelerating the development of the municipal transport of different sizes available for smaller populations (MH). This will increase the volume of passenger transport in compliance with the standards of transport service.

Keywords: route network, rolling stock, infrastructure, capacity, mileage, efficiency, availability, security.

References

1. Ovechnikov E.V. Fishel'son M.S. *Gorodskoj transport. Ucheb-nik dlja vuzov* [Urban transport]. M.: Vyssh. shkola, 1976. 352 p.
 2. Judin V.A., Samojlov D.S. *Gorodskoj transport: Ucheb-nik dlja vuzov* [Urban transport.]. Moscow, Strojizdat, 1975. 287 p.
 3. Jakimov M.R. *Nauchnaja metodologija formirovanija jeffektivnoj transportnoj sistemy krupnogo goroda: dis. d-ra tehn. nauk* [Research methodology for the formation of an efficient transport system for major cities dis. doctor technical sciences]. Moscow, 2011. –418 p.
 4. Transportnaja strategija Rossijskoj Federacii na period do 2030 [Transport strategy of the Russian Federation for the period till 2030]. *Utverzhdena rasporja-zheniem Pravitel'stva Rossijskoj Federacii ot 22 nojabrja 2008 g.* № 1734-р Available at: [www.mintrans.ru/\(02.08.2015\)](http://www.mintrans.ru/(02.08.2015)).
 5. SP 34.13330.2012 *Avtomobil'nye dorogi* [SP 34.13330.2012 Highways]. Available at: <http://www.normacs.ru/ svobodnyj>. Zagl. s jekrana.
 6. Brursma K. *Problemy gorodskogo passazhirskogo transporta v Rossii* [Problems of urban transport in the Russian]. *Transport Rossijskoj Federacii* Available at: <http://www.rostransport.com/themes/17578/>
 7. Gradostroitel'nyj kodeks RF ot 29 dekabnja 2004. № 190-FZ [The town-planning code of the Russian Federation of December 29, 2004]. *IS «Garant».*
 8. Semenova E.S. *Obespechenie dostupnosti gorodskoj sredy tehničeskimi sredstvami* [Accessibility of the urban environment by technical means]. *Issledovanija i innovacionnye razrabotki RAASN: sb. st. k obshh. sobr. RAASN.* Moscow, Ivanovo, 2010. 316 p.
- Сафронов Эдуард Алексеевич (Россия, г. Омск) – доктор технических наук, профессор ФГБОУ ВПО «СибАДИ», кафедра «ОБД» (644080, г. Омск, пр. Мира, 5, e-mail: sibadi1@rambler.ru).*
- Сафронов Кирилл Эдуардович (Россия, г. Омск) – кандидат технических наук, доцент кафедры «Строительные конструкции» ФГБОУ ВПО «СибАДИ» (644080, г. Омск, пр. Мира, 5, e-mail: transistem@rambler.ru).*
- Семенова Екатерина Сергеевна (Россия, г. Омск) – кандидат экономических наук, доцент кафедры «Управление качеством и производственными системами» ФГБОУ ВПО «СибАДИ». (644080, г. Омск, пр. Мира, 5, e-mail: esemyonova@rambler.ru).*
- Safronov Eduard Alekseevich (Russian Federation, Omsk) – doctor technical sciences, professor of The Siberian state automobile and highway academy (SibADI) (644080, Omsk, Mira Ave., 5, e-mail: sibadi1@rambler.ru).*
- Safronov Kirill Eduardovich (Russian Federation, Omsk) – candidate of technical sciences, associate professor of The Siberian state automobile and highway academy (SibADI) (644080, Omsk, Mira Ave., 5, e-mail: transistem@rambler.ru).*

Semenova Ekaterina Sergeyevna (Russian Federation, Omsk) – candidate of economic sciences, the associate professor "Quality management and produc-

tion systems of The Siberian state automobile and highway academy (SibADI) (644080, Omsk, Mira Ave., 5, e-mail e-mail: essemyonova@rambler.ru).

УДК 621.435.3219.5

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК МНОГОЦЕЛЕВОЙ ГУСЕНИЧНОЙ МАШИНЫ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СХЕМАХ УСТАНОВКИ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ АМОРТИЗАТОРОВ ПОДВЕСКИ

Д.А. Скрипниченко

Омский автобронетанковый инженерный институт (филиал) федерального государственного казенного военного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Военная академия материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулёва» Министерства обороны Российской Федерации, Россия, г. Омск.

Аннотация. *Проведены в условиях полигона натурные исследования динамических характеристик многоцелевой гусеничной машины при различных схемах установки гидравлических амортизаторов подвески, в различных условиях передвижения по пересеченной местности как с установленными гидравлическими амортизаторами, так и без них. Определена степень влияния гидравлических амортизаторов на динамические характеристики многоцелевой гусеничной машины. Произведено сравнение результатов кинематического возбуждения ходовой части машины при её движении по пересеченной местности как с амортизаторами, так и без них.*

Ключевые слова: *эксперимент, гидравлические амортизаторы, ходовая часть многоцелевой гусеничной машины, динамические характеристики многоцелевой гусеничной машины.*

Введение

В настоящее время повышение скорости движения гусеничных машин по дорогам и пересеченной местности привело к созданию сложных систем подвесок гусеничных машин военного назначения. На базе этих машин создан целый класс многоцелевых гусеничных машин для нужд народного хозяйства различного назначения: траншейный роторный комплекс, бульдозер, мостоукладчик, эвакуатор, кран, топливозаправщик, вездеход. Машины различаются массогабаритными и инерционными характеристиками, это определяет их мобильность при прямом и косвенном применении, соответственно эксплуатация таких машин в условиях бездорожья или передвижения по полевым дорогам во многом будет определяться возможностями подвески. Предполагается, что при движении по малопересеченной местности гидравлические амортизаторы не оказывают существенного влияния на динамику машины, но при этом совершают работу, обусловленную высокочастотными колебаниями, вызванными характерным профилем обрезиненной беговой дорожки гусеницы и микронеровностями дорожного полотна. В результате этого гидравлические амортизаторы выходят на пре-

дельный температурный режим. Положение усугубляется при движении по загрязнённым участкам, когда корпус амортизатора покрывается значительным слоем грязи и пыли, тем самым ухудшается отвод тепла от корпуса амортизатора в атмосферу. Увеличение температуры гидравлической жидкости приводит к снижению демпфирующих характеристик, а при продолжительной работе к дифракции гидравлической жидкости, её испарению и выхода амортизатора из эксплуатации [6]. Тем самым гидравлический амортизатор является ресурсопределяющим узлом подвески, повышение его ресурса является актуальной задачей.

Определение влияния амортизаторов на динамические характеристики гусеничной машины

Целью проведенных исследований является определение степени влияния гидравлических амортизаторов на динамические характеристики многоцелевой гусеничной машины при её движении по дорогам различного профиля.

Ожидаемые результаты испытаний: подтвердить выполненные ранее теоретические расчеты [1-5] о степени влияния гидравличе-

ских амортизаторов на динамику движения машины в различных дорожных условиях.

Эксперименты были проведены в период с 23 сентября по 30 октября 2013г. на полигоне Омского автобронетанкового инженерного института. Объектом испытаний являлись элементы подвески ходовой части серийного танка Т-80У. Для выполнения экспериментов была определена трасса полигона с участком пересеченной местности, удовлетворяющая требованиям пробеговых испытаний. Для получения среднестатистических данных каждый участок трассы гусеничная машина проходила четыре раза со скоростями движения равными 20, 30 и 40 км/ч (5,6, 8,3, 11,1 м/с, соответственно).

Для регистрации амплитудно-частотных колебаний использовался прибор «Диана - 2М» [7], представляющий собой двухканальный анализатор вибраций. Прибор «Диана - 2М» был выбран исходя из условий проведения эксперимента, возможности регистрировать амплитудно-частотные колебания в нижнем диапазоне низкочастотного спектра, возможности использования в качестве цифрового магнитофона с длительностью регистрации до 1 часа, возможности регистрировать и анализировать вибрационные процессы при помощи частотных спектров с очень высоким разрешением (до 51200 линий в спектре). Задачей приборного комплекса являлась фиксация сигналов, поступающих с вибрационного датчика, установленного в районе места расположения механика-водителя и вертикальных ускорений движущегося по пересеченной местности объекта исследования.

Подготовка трассы включала несколько этапов. Первый этап заключался в выборе участка дорожного полотна на местности, соответствующей грунтовой дороге с волнообразной формой, с тем, чтобы исследуемый объект мог двигаться со скоростями до 40 км/ч с отключенными телескопическими амортизаторами. Второй этап заключался в разметке трассы с выделением и измерением таких параметров профиля дорожного полотна, как расстояние между вершинами неровностей и глубина впадин. Для проведения эксперимента был выбран прямолинейный участок дороги, соответствующий условиям проведения эксперимента протяженностью 170 метров. Длина участка была промерена с помощью лазерного дальномера фирмы BOSCH (рис. 1 б), установленного на штативе (рис. 1 а).



а)



б)

Рис. 1. Измерение длины участка:
а – дальномер на штативе;
б – значение измеренной дальности

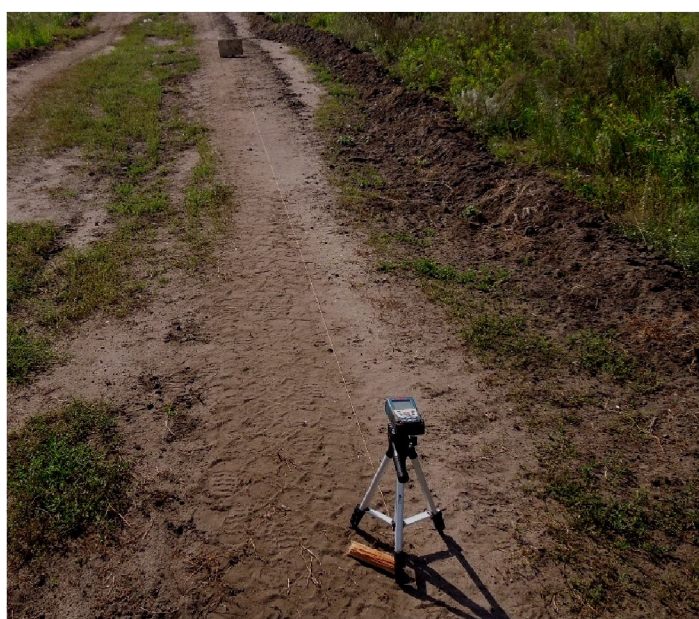
После выбора и замера протяженности участка для проведения пробеговых испытаний, были определены параметры профиля полотна дороги. Измерение параметров профиля дороги проводилось при помощи шпагата, лазерного дальномера, мерной линейки (рис. 2). Шпагат натягивался между вершинами неровностей, затем на одну вершину устанавливался небольшой щит, необходимый для отражения луча лазера лазерного дальномера, установленного на другой вершине неровности (рис. 2).

Лазерным дальномером измерялась длина между вершинами неровностями рисунок 2, б и в, глубина неровностей измерялась при помощи мерной линейки рисунок 4.2, а. По выше приведенной методике был измерен профиль дорожного полотна всего участка. Измерение профиля дорожного полотна показало, что средняя протяженность неровностей равна 12,1 м, высота неровностей 0,14 м. Схематично выбранный участок показан на рисунке 3.



а)

б)



в)

Рис. 2. Измерение длины и глубины неровностей: а – измерение глубины неровностей; б – значение измеренной длины неровности; в – лазерный дальномер и щит, установленные на вершинах неровности

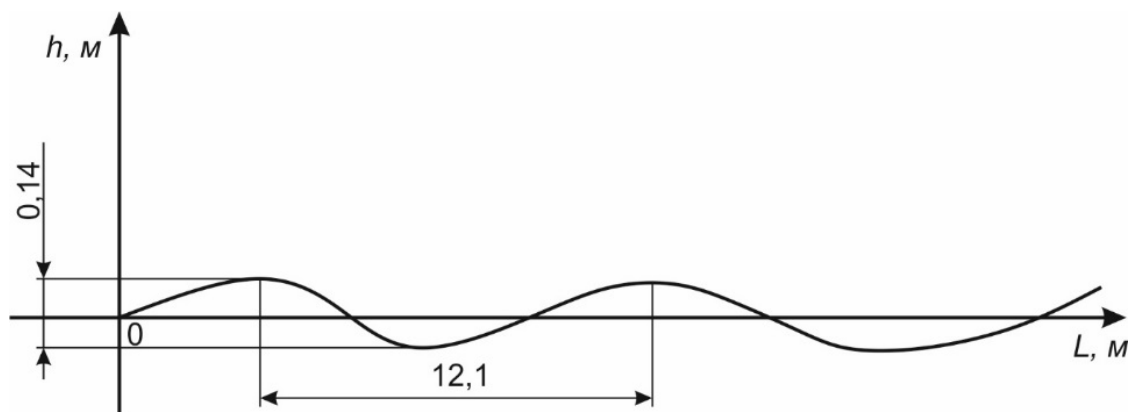


Рис. 3. Схема участка местности с усредненными значениями периода и амплитуды колебаний

Исходя из условий, указанных в [8], выбранный участок грунтовой дороги по геометрическим размерам неровностей соответствует третьему типу дорожного полотна с неровностями длиной (6 – 12) м и средней высотой 1(0 – 15) см между вершиной и впадиной. Такой микропрофиль имеют грунтовые дороги, интенсивно используемые автомобильным транспортом, и эпизодически используемые для движения гусеничных машин.

Первый датчик приборного комплекса устанавливался перед люком механика-водителя (рис. 4 а). Он производил измерение ускорений корпуса машины в вертикальной плоскости. Место установки датчика выбиралось исходя из требований, которые предъявляются к условиям работы механика-водителя. При движении машины по пересеченной местности воздействию вертикальных колебаний наиболее подвержен именно механик, рабочее место которого смещено вперед от центра масс машины.

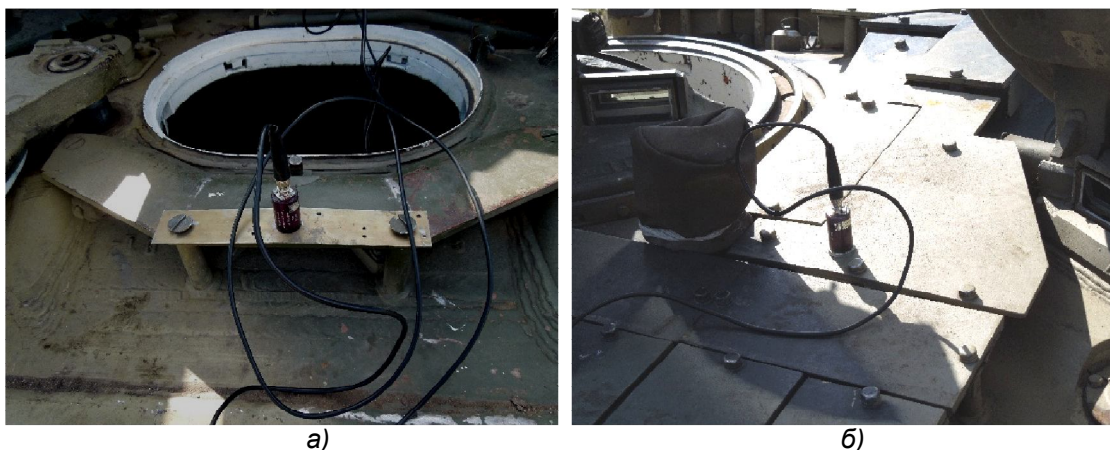


Рис. 4. Установка датчиков на корпусе машины: а – датчик, закрепленный перед люком механика-водителя; б - датчик, установленный на крыше боевого отделения

Второй датчик устанавливался на крыше боевого отделения. Он производил измерение вертикальных ускорений корпуса машины. Фиксация сигналов, поступающих с датчиков, осуществлялась оператором, находившимся на машине во все время проведения экспериментов.

Испытания были проведены в следующей последовательности:

- I. Этап – проведение пробеговых испытаний с амортизаторами;
- II. Этап – демонтаж амортизаторов;
- III. Этап – проведение пробеговых испытаний без амортизаторов;
- IV. Этап – приведение машины в исходное состояние.

Из полученного анализа частотного спектра (рисунок 5), выполненного в программной среде «Атлант», выделяется траковая частота. Поскольку расстояние между стыками траков составляет 0,163 м, то исходя из скорости движения машины эту частоту легко определить и найти на графике в окрестностях, полученных по результатам вычисления. При скорости движения машины 30 км/ч

(8,3 м/с) траковая частота равна 50,9 Гц. На графиках (рис. 5) траковую частоту можно наблюдать в пределах 48 Гц. Нижние графики отображают спектр частот пробеговых испытаний машины с установленными амортизаторами, причем правый график получен от датчика, расположенного в передней части машины (далее по тексту датчик №1), левый график получен от датчика, расположенного по центру масс машины (далее по тексту датчик №2). Анализируя данные виброскорости, полученные от датчика №2 при пробеге машины с амортизаторами и без них (верхний и нижний левые графики) можно заметить, что эти данные совпадают по величине до второго знака после запятой. Это доказывает о правильном определении в спектре траковой частоты, которая оказывает высокочастотную вибрацию, передаваемую на корпус машины, вызывая вертикальные колебания, фиксируемые датчиком №2. Данные зафиксированные датчиком № 1, показали, что величины скоростей при движении машины с амортизаторами и без совпадают,

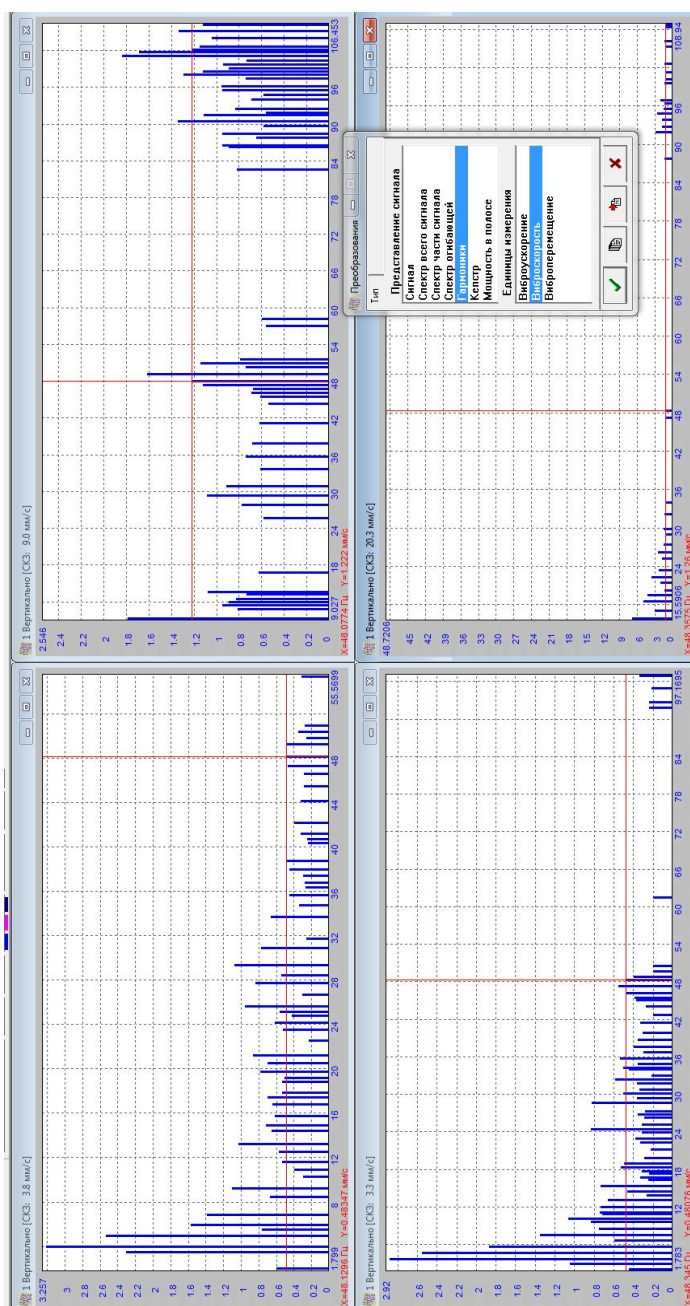


Рис. 5. Графики спектра средних частот угловой скорости вынужденных колебаний машины (датчики №1, №2) при пробеге с амортизаторами и без на скорости 30 км/ч

(верхний и нижний графики справа). Показания совпадают до первого знака после запятой, а значения показаний с датчика №2 ввиду наложения на вертикальные колебания составляющей продольных угловых колебаний. В целом результаты пробеговых испытаний подтвердили выполненные ранее теоретические расчеты [1-5]. Из анализа графиков можно сделать вывод, что при движении машины по малопересеченной местности гидравлические амортизаторы не оказывают существенного влияния на её динамику.

Соответственно работа, совершаемая гидравлическими амортизаторами, обуслов-

лена высокочастотными колебаниями, вызванными характерным профилем обрезиненной беговой дорожки гусеницы и микронеровностями дорожного полотна оказывающая негативное влияние на температурный режим работы амортизатора, что как правило приводит к снижению демпфирующих характеристик амортизатора, а при продолжительной работе к дифракции гидравлической жидкости, и как следствие снижения основных показателей качества боевой машины.

Заключение

Исследования показали, что необходима разработка и внедрение в конструкцию мно-

гоцелевых гусеничных машин гидравлических амортизаторов, которые можно отключать и включать по мере необходимости; при отключении амортизатор будет работать в «холодном режиме», то есть гидравлическая жидкость будет свободно перетекать из одной полости амортизатора в другую.

Библиографический список

1. Балакин, П.Д. Обобщенная кинематическая модель механизма подвески / П.Д. Балакин, М.А. Голчанский, Н.Е. Рахимжанов, Д.А. Скрипниченко // *Материалы VII Всероссийской научно-практической конференции ФГБОУ ВПО «СибАДИ» (с международным участием) 26-27 апреля 2012 г.* – С. 102 – 106.
2. Балакин, П.Д. Динамическая модель поперечно-угловых колебаний корпуса многоцелевой гусеничной машины при регулярном кинематическом возбуждении движителя дорожным полотном / П.Д. Балакин, В.В. Сыркин, Н.Е. Рахимжанов, Д.А. Скрипниченко, Э.А. Кузнецов // *Материалы VII Всероссийской научно-практической конференции ФГБОУ ВПО «СибАДИ» (с международным участием) 26-27 апреля 2012 г.* – С. 111 – 120.
3. Рахимжанов, Н.Е. Анализ линейной модели поперечно-угловых колебаний корпуса гусеничной транспортной машины в условиях регулярного кинематического возбуждения / Н.Е. Рахимжанов, Д.А. Скрипниченко // *Сб. научных трудов по итогам международной научно-технической конференции «Новые материалы и технологии в машиностроении». Выпуск 15.* – Брянск: БГИТА, 2012. – С. 239 – 246.
4. Балакин, П.Д. Обоснование количества обобщенных координат при моделировании движения многоцелевой гусеничной машины в условиях естественных трасс / П.Д. Балакин, Н.Е. Рахимжанов, Д.А. Скрипниченко, Э.А. Кузнецов // *Справка о депонировании рукописной работы № 17797. Реферат опубликован в Сборнике рефератов депонированных рукописей. Серия Б. Выпуск № 99 – М.: ЦВНИ МО РФ, 2012.*
5. Балакин, П.Д. Математическое моделирование динамики движения многоцелевых гусеничных машин / П.Д. Балакин, Н.Е. Рахимжанов, Д.А. Скрипниченко, Э.А. Кузнецов // *Омский научный вестник. Приборы, машины и технологии.* – 2012. – №3 (113). – С. 40 – 44.
6. Алферов, С.В. Обоснование необходимости автоматизации режимов работы гидравлических амортизаторов многоцелевых гусеничных машин / С.В. Алферов, Э.А. Кузнецов, Я.В. Сухоруков, Д.А. Скрипниченко // *Вестник Сибирского отделения академии военных наук.* – 2013. – № 23. – С. 181-191.
7. Анализатор вибраций двухканальный «Диана - 2М». Руководство по эксплуатации. ИЛФМ.402213.005.РЭ.
8. Теория и конструкция танка. – Т. 8. Параметры внешней среды, используемые в расчетах танков. – М.: Машиностроение, 1987. – 196 с.

THE DYNAMICAL CHARACTERISTICS OF A MULTI-PURPOSE TRACKED VEHICLES UNDER VARIOUS SCHEMES OF HYDRAULIC SHOCK ABSORBERS SUSPENSION

D.A. Skripnichenko

Abstract. Held on the training ground and experimental studies of dynamic characteristics of multi-purpose tracked vehicles under various schemes of hydraulic shock absorbers suspension in different conditions of movement in the terrain is defined as hydraulic shock absorbers and without them. The levels of influence of hydraulic shock absorbers on the dynamic characteristics of multi-purpose tracked vehicles. A comparison of the results of the kinematic excitation of the undercarriage when driving on rough terrain with absorbers and without them.

Keywords: experiment, hydraulic shock absorbers, suspension multi-purpose tracked vehicle, dynamic characteristics of multi-purpose tracked vehicles.

References

1. Balakin P.D., Golchanskij M.A., Rakimzhanov N.E., Skripnichenko D.A. Obobshhennaja kinematičeskaja model' mehanizma podveski [A generalized kinematic model of the suspension mechanism]. *Materialy VII Vserossijskoj nauchno-praktičeskoj konferencii FGBOU VPO «SibADI» (s mezhdunarodnym uchastiem) 26-27 aprelja 2012.* pp. 102 – 106.
2. Balakin P.D., Syrkin V.V., Rakimzhanov N.E., Skripnichenko D.A., Kuznecov Je.A. Dinamičeskaja model' poperečno-uglovyh kolebanij korpusa mnogocel'evoj gusenichnoj mashiny pri reguljarnom kinematičeskom vozbuždenii dvizhitelja dorozhnym polotnom [A dynamic model of cross-angular fluctuations in the housing multi-purpose tracked vehicles under regular kinematical excitation of the mover of the road]. *Materialy VII Vserossijskoj nauchno-praktičeskoj konferencii FGBOU VPO «SibADI» (s mezhdunarodnym uchastiem)* pp. 111 – 120.
3. Rakimzhanov N.E., Skripnichenko D.A. Analiz linejnoy modeli poperečno-uglovyh kolebanij korpusa gusenichnoj transportnoj mashiny v uslovijah reguljarnogo kinematičeskogo vozbuždenija [Linear model transverse-angular oscillations of the body of the caterpillar transport machine in regular kinematic excitation]. *Sb. nauchnyh trudov po itogam mezhdunarodnoj nauchno-tehnicheskoy konferencii «Novye materialy i tehnologii v mashinostroenii». Vypusk 15. Brjansk: BGITA, 2012.* pp. 239 – 246.
4. Balakin P.D., Rakimzhanov N.E., D.A. Skripnichenko, Je.A. Kuznecov Obosnovanie količestva obobshhennyh koordinat pri modelirovanii dvizhenija mnogocel'evoj gusenichnoj mashiny v uslovijah estestvennyh trass [The rationale for the number of generalized coordinates in the simulation of motion of multipurpose tracked vehicles in terms of natural trails]. *Spravka o deponirovanii rukopisnoj raboty № 17797. Referat opublikovan v Sbornike referatov deponirovannyh rukopisej. Serija B. Vypusk № 99. Moscow, CVNI MO RF, 2012.*

5. Balakin P.D., Rakimzhanov N.E., D.A. Skripnichenko, Je.A. Kuznecov Matematicheskoe modelirovanie dinamiki dvizhenija mnogocelevyh gusenichnyh mashin [Mathematical modelling of dynamics of motion multipurpose tracked vehicle]. *Omskij nauchnyj vestnik. Pribory, mashiny i tehnologii*, 2012, no 3 (113). pp. 40 – 44.

6. Alferov S.V., Kuznecov Je.A., Suhorukov Ja.V., D.A. Skripnichenko Obosnovanie neobходимости avtomatizacii rezhimov raboty gidravlicheskih amortizatorov mnogocelevyh gusenichnyh mashin [The rationale for automation of modes of operation of hydraulic shock absorbers multi-purpose tracked machines]. *Vestnik Sibirskogo otdelenija akademii voennyh nauk*, № 23, 2013. pp. 181-191.

7. *Analizator vibracij dvuhkanal'noj «Diana - 2M».* Rukovodstvo po jekspluatacii. ILFM.402213.005.RJe [The dual channel vibration analyzer "Diana - 2M". Manual. ILFM.402213.005.Re].

8. *Teorija i konstrukcija tanka* [Theory and design of the tank]. Parametry vneshnej sredy, ispol'zuemye

v raschetah tankov. Moscow, Mashinostroenie, 1987. 196 p.

Скрипниченко Дмитрий Александрович (Россия г. Омск) – преподаватель кафедры Омского автобронетанкового инженерного института (филиала) федерального государственного казенного военного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Военная академия материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулёва» Министерства обороны Российской Федерации. (644098, г Омск, городок Военный 14-й).

Skripnichenko Dmitry, (Russian Federation, Omsk) – lecturer of Omsk armored engineering Institute (branch) Federal state military educational institution of higher professional education "Military Academy of logistics behalf of the army General A.V. Khruleva" of the Ministry of defense of the Russian Federatio (644098, Omsk, 14th Military camp).

УДК 621.86

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ МАЯТНИКОВЫХ КОЛЕБАНИЙ ГРУЗА, ПЕРЕМЕЩАЕМОГО МОСТОВЫМ КРАНОМ С РЕЛЕЙНЫМ ПРИВОДОМ

В.С. Щербakov, М.С. Корытов, Е.О. Шершнева
ФГБОУ ВПО «СибАДИ», Россия, г. Омск.

Аннотация. В результате проведенных исследований получены зависимости угла отклонения грузового каната мостового крана от вертикали и скорости изменения данного угла от ускорения и времени ускоренного движения точки подвеса груза. Полученные зависимости могут быть использованы для гашения маятниковых колебаний груза, перемещаемого мостовым краном, при торможении в конечный момент перемещения груза.

Ключевые слова: мостовой кран, привод, управление релейного типа, ускорение, груз, гашение колебаний.

Введение

Необходимым условием повышения производительности мостового крана (МК) является уменьшение остаточных маятниковых колебаний груза после его перемещения в целевую конечную позицию. Время завершения колебаний груза при отсутствии их гашения может составлять до 20 % от времени цикла МК [1,2,3].

Для приводов релейного типа, которыми оснащены большинство используемых в настоящее время МК, целесообразно при сохранении минимального числа включений и выключений обеспечить наиболее полное гашение остаточных колебаний груза, поскольку дополнительные пуски электродвигателей привода приводят к появлению больших пусковых токов, уменьшают срок службы электродвигателя [4].

Задача определения ускорения точки подвеса груза и времени его ускоренного движения для гашения остаточных колебаний груза

В связи с этим актуальной является задача оперативного определения таких значений ускорения точки подвеса груза $a_{\text{торм}}$ и времени его ускоренного движения $T_{\text{торм}}$, которые позволят минимизировать остаточные маятниковые колебания груза для определенных текущих значений угла отклонения грузового каната от вертикали θ и его производной $\dot{\theta}$.

Рассматривается процесс колебаний груза в плоскости, т.е. отдельная координата маятниковой системы МК. Пространственные колебания груза могут быть при малой амплитуде представлены как суперпозиция колебаний груза в двух взаимно перпендикулярных плоскостях [1,2,3].

Решение сформулированной задачи для каждого из сочетаний двух значений $[\theta; \dot{\theta}]$ требует выполнения оптимизации двух значений $[a_{\text{торм}}; T_{\text{торм}}]$, т.е. решения двухпараметрической оптимизационной задачи.

При использовании методов имитационного моделирования для решения указанной задачи оптимизации, требуется перебор множества альтернативных вариантов с осуществлением для каждого варианта процесса имитационного моделирования торможения МК с грузом [5]. Это достаточно затратный по времени способ, что затрудняет его прямое использование в режиме реального времени (измерение текущих значений $[\theta; \dot{\theta}]$ с немедленным началом торможения точки подвеса в режиме $[a_{\text{торм}}; T_{\text{торм}}]$).

Аналитическое решение поставленной задачи также затруднено нелинейным характером дифференциальных уравнений, описывающих динамическую систему МК с грузом.

В то же время разгон МК из положения равновесия грузового каната и груза (отсутствие раскачивания) в режиме $[a_{\text{разг}}; T_{\text{разг}}]$ до некоторых, заранее неизвестных значений $[\theta; \dot{\theta}]$ (прямая задача № 1) и торможение с этих же значений до положения равновесия в режиме $[a_{\text{торм}}; T_{\text{торм}}]$ (обратная задача № 2, поставленная в настоящей работе) в силу голономности и стационарности динамической системы должны осуществляться с одинаковыми по модулю ускорениями ($|a_{\text{разг}}| = |a_{\text{торм}}|$) за оди-

наковое время ($T_{\text{разг}} = T_{\text{торм}}$) [4]. Данная закономерность подтверждена экспериментально.

Это открывает возможность использования результатов многократного решения прямой задачи при различных сочетаниях $[a_{\text{разг}}; T_{\text{разг}}]$ для интерполяции $[a_{\text{торм}}; T_{\text{торм}}]$ для заданного сочетания значений $[\theta; \dot{\theta}]$.

Результаты моделирования разгона мостового крана из положения равновесия с заданными ускорением моста и временем разгона

При помощи имитационной модели МК с грузом [5,6] путем варьирования ускорения разгона, времени разгона и длины грузового каната МК l в пределах

$$a_{\text{разг}} = (0, 1:0, 1:5) \text{ м/с}^2; T_{\text{разг}} = (0, 1:0, 1:3, 5) \text{ с}; \\ l = (2, 5:0, 5:12) \text{ м} \quad (1)$$

были сформированы два трехмерных массива конечных значений угла отклонения каната $\theta = f(a_{\text{разг}}, T_{\text{разг}}, l)$ и скорости изменения указанного угла $\dot{\theta} = f(a_{\text{разг}}, T_{\text{разг}}, l)$ в момент времени $T_{\text{разг}}$ (разгон начинался в нулевой момент времени).

На рисунке 1 приведен пример временных зависимостей θ и $\dot{\theta}$, полученных в отдельном вычислительном эксперименте, по конечным значениям которых (для момента времени $T_{\text{разг}} = 3,4$ с в рассматриваемом примере) формировались элементы массивов $\theta = f(a_{\text{разг}}, T_{\text{разг}}, l)$ и $\dot{\theta} = f(a_{\text{разг}}, T_{\text{разг}}, l)$.

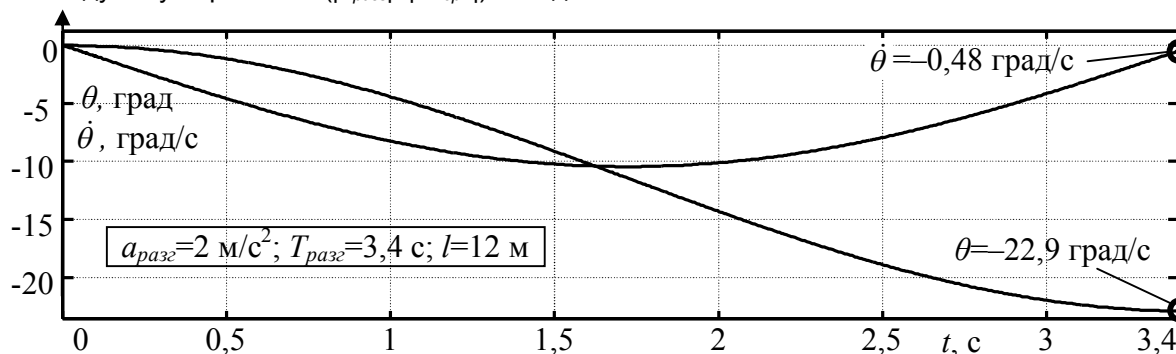


Рис. 1. Временные зависимости θ и $\dot{\theta}$ при разгоне с положения равновесия (решение прямой задачи, пример)

На рисунке 2 приведены некоторые формы графического представления полученных в результате решения прямой задачи по массивам $\theta = f(a_{\text{разг}}, T_{\text{разг}}, l)$ и $\dot{\theta} = f(a_{\text{разг}}, T_{\text{разг}}, l)$ функциональных зависимостей различных параметров друг от друга.

Решение задачи интерполяции значений ускорения и времени торможения для заданного сочетания значений угла отклонения каната и его производной

Попытки подобрать по данным массивам уравнения регрессии в виде выражений $a_{\text{разг}} = f(\theta, \dot{\theta}, l)$ и $T_{\text{разг}} = f(\theta, \dot{\theta}, l)$, в которых использовались выражения в виде симметричных многочленов от трех переменных-предикторов $\theta, \dot{\theta}$ и l в степенях $[0; 1; 2; 3; 4]$ во всех возможных сочетаниях степеней аргументов, не привели к положительному результату, поскольку максимальная относительная погрешность аппроксимации превышала 60 %.

Поэтому возникла задача интерполяции значений $[a_{\text{торм}}; T_{\text{торм}}]$ для заданного сочетания значений $[\theta_3; \dot{\theta}_3; l_3]$. Ее решение осложняется тем, что значения θ и $\dot{\theta}$, полученные в

результате решения прямой задачи при равномерном монотонном изменении $a_{\text{разг}}$, $T_{\text{разг}}$ и l , в свою очередь, изменяются неравномерно и немонотонно.

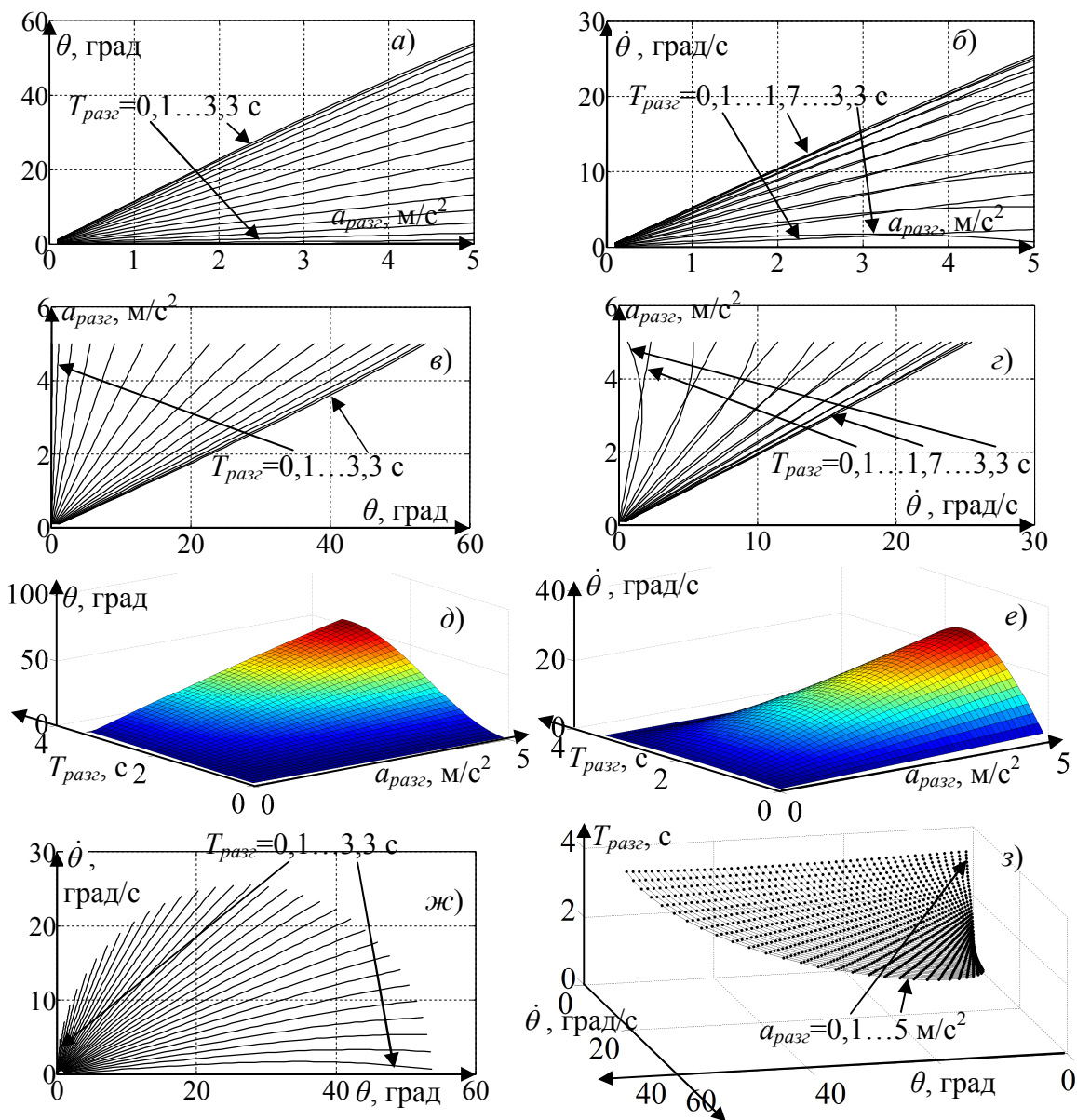


Рис. 2. Полученные в результате решения прямой задачи по массивам $\theta=f(a_{\text{разг}}, T_{\text{разг}}, l)$ и $\dot{\theta}=f(a_{\text{разг}}, T_{\text{разг}}, l)$ функциональные зависимости: а) θ от $a_{\text{разг}}$; б) $\dot{\theta}$ от $a_{\text{разг}}$; в) $a_{\text{разг}}$ от θ ; г) $a_{\text{разг}}$ от $\dot{\theta}$; д) поверхность $\dot{\theta}=f(a_{\text{разг}}, T_{\text{разг}})$; е) поверхность $\theta=f(a_{\text{разг}}, T_{\text{разг}})$; ж) $\dot{\theta}$ от θ ; з) поверхность $T_{\text{разг}}=f(\theta, \dot{\theta})$

На рисунке 3 приведены в качестве примера 4 экспериментальные точки данных, полученных из массивов $\theta=f(a_{\text{разг}}, T_{\text{разг}})$ и $\dot{\theta}=f(a_{\text{разг}}, T_{\text{разг}})$ для заданной точки со значениями $\theta_3=15,3629$ град и $\dot{\theta}_3=10,62$ град/с при $l=10$ м ($l_3=10,16$ м).

Для их нахождения осуществлялся перебор всех экспериментальных точек массивов

$\theta=f(a_{\text{разг}}, T_{\text{разг}})$ и $\dot{\theta}=f(a_{\text{разг}}, T_{\text{разг}})$ с поиском экспериментальной точки, имеющей минимальное манхэттенское расстояние от заданной. Данное расстояние определялось по зависимости

$$R_{\text{manh}}=|\theta(i_a, i_T)-\theta_3|+|\dot{\theta}(i_a, i_T)-\dot{\theta}_3|, \quad (2)$$

где i_a, i_T – целочисленные индексы, соответствующие значениям ускорения разгона и времени $a_{разг}, T_{разг}$ соответственно из (1) в порядке возрастания последних. Индексы

экспериментальной точки, имеющей минимальное манхэттенское расстояние от заданной, обозначены i_{amin}, i_{Tmin} .

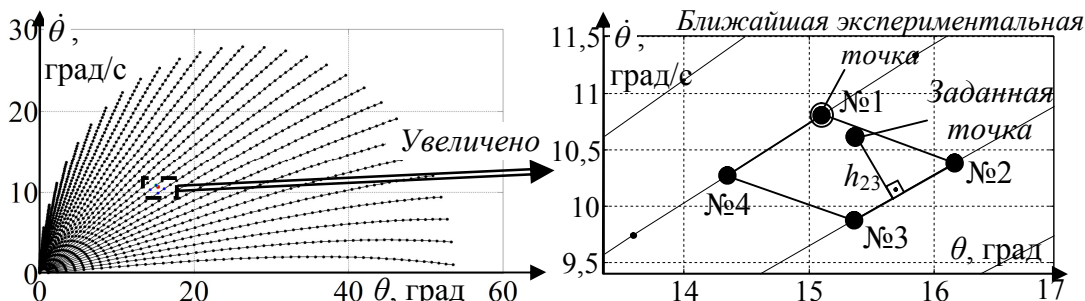


Рис. 3. Пример ближайших 4-х точек экспериментальных данных, полученных Из массивов $\theta=f(a_{разг}, T_{разг})$ и $\dot{\theta}=f(a_{разг}, T_{разг})$ для заданной точки со значениями $\theta_3=15,3629$ град и $\dot{\theta}_3=10,62$ град/с

Далее с использованием известной численной операции проверки попадания точки на плоскости внутрь полигона [7] выполнялась проверка попадания заданной точки $[\theta_3; \dot{\theta}_3]$ внутрь каждого из четырех четырехугольников, имеющего в качестве одной из вершин экспериментальную точку с наименьшим расстоянием до заданной. При этом индексы точек, образующих четырехугольники i_a, i_T , принимали значения в пределах $[(i_{amin}-1): (i_{amin}+1); (i_{Tmin}-1): (i_{Tmin}+1)]$.

Пусть индексы ближайших 4-х точек экспериментальных данных, в четырехугольник из которых попадает заданная точка, равны $i_{a1}...i_{a4}$ и $i_{T1}...i_{T4}$ соответственно. Обозначим $x_A=\theta_3; z_A=\dot{\theta}_3; x_B=\theta(i_{a1}, i_{T1}); z_B=\dot{\theta}(i_{a1}, i_{T1}); x_C=\theta(i_{a2}, i_{T2}); z_C=\dot{\theta}(i_{a2}, i_{T2})$.

В этом случае высота h_{23} , опущенная из заданной точки с координатами $[\theta_3; \dot{\theta}_3]$ на линию стороны четырехугольника, образованную вершинами № 2 и № 3, будет вычисляться по формуле

$$h_{23} = \frac{|(z_B - z_C)x_A + (x_C - x_B)z_A + (x_B z_C - x_C z_B)|}{\sqrt{(z_B - z_C)^2 + (x_C - x_B)^2}} \quad (3)$$

Аналогичным образом будут вычисляться высоты из заданной точки на остальные линии сторон четырехугольника h_{12}, h_{34}, h_{14} .

Вычисление значений ускорения $a_{3н}$ и времени ускоренного движения $T_{3н}$, соответствующих заданным значениям угла отклонения грузового каната $\theta_{3н}$ и его скорости $\dot{\theta}_{3н}$, производилось методом линейной интерполяции по известным зависимостям [8]

$$a_{3н} = a_{разг1} + h_{12}(a_{разг1} - a_{разг2}) / (h_{12} + h_{34});$$

$$T_{3н} = T_{разг1} + h_{14}(T_{разг1} - T_{разг2}) / (h_{14} + h_{23}). \quad (4)$$

Вычисленные по (4) значения a_3, T_3 для варьируемой в вычислительных экспериментах длины грузового каната МК, ближайшей меньшей к заданной ($l_{3н}=10$ м) обозначены $a_{3н}, T_{3н}$. Аналогичные значения a_3, T_3 для длины грузового каната МК, ближайшей большей к заданной ($l_{3в}=10,5$ м) обозначены $a_{3в}, T_{3в}$.

Окончательные выражения для интерполяции значений ускорения и времени ускоренного движения будут иметь вид

$$a_3 = a_{3н} + (l - l_{3н})(a_{3в} - a_{3н}) / ((l - l_{3н}) + (l_{3в} - l));$$

$$T_3 = T_{3н} + (l - l_{3н})(T_{3в} - T_{3н}) / ((l - l_{3н}) + (l_{3в} - l)). \quad (5)$$

Блок-схема алгоритма интерполяции значений $[a_3; T_3]$ для заданного сочетания значений $[\theta_3; \dot{\theta}_3; l_3]$ приведена на рисунке 4.

Заключение

Проверка разработанного алгоритма с интерполяцией для гашения колебаний груза показала его работоспособность. Амплитуда остаточных колебаний при различных значениях исходных данных не превышала 1 град.

Использование разработанного алгоритма интерполяции значений $[a_3; T_3]$ для заданного сочетания значений $[\theta_3; \dot{\theta}_3; l_3]$ открывает возможность синтеза в режиме реального времени значений ускорения и времени торможения, обеспечивающих гашение маятниковых колебаний груза на канатном подвесе для текущих (измеряемых) значений угла отклонения грузового каната МК от вертикали и скорости изменения угла отклонения. При этом непосредственно не используется занимающее значительное время имитационное моделирование, синтез выполняется по численным значениям массивов $\theta=f(a_{разг}, T_{разг}, l)$ и $\dot{\theta}=f(a_{разг}, T_{разг}, l)$.

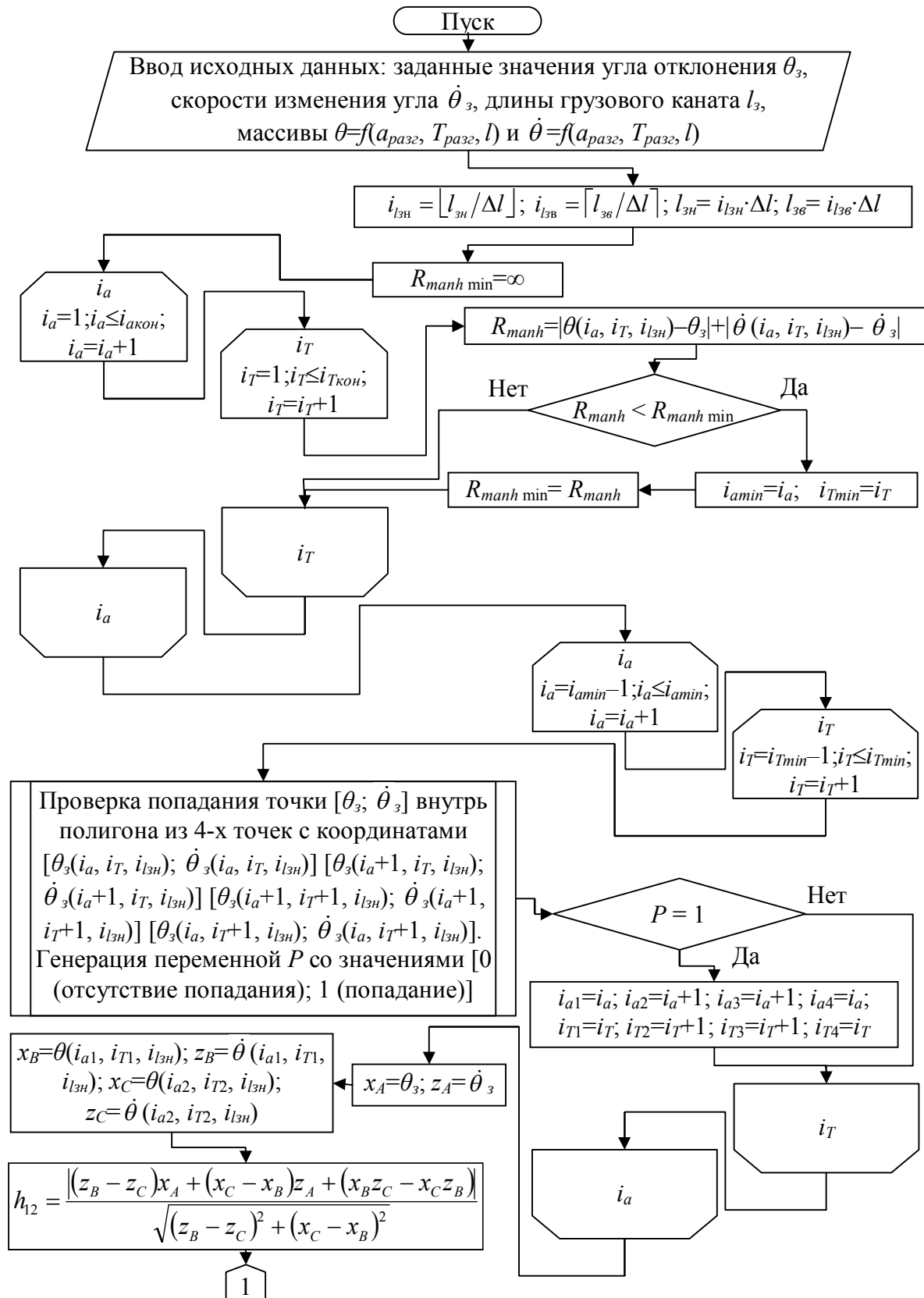


Рис. 4. Блок-схема алгоритма интерполяции значений $[a_3, T_3]$ для заданного сочетания значений $[\theta_3, \dot{\theta}_3, l_3]$ (начало)

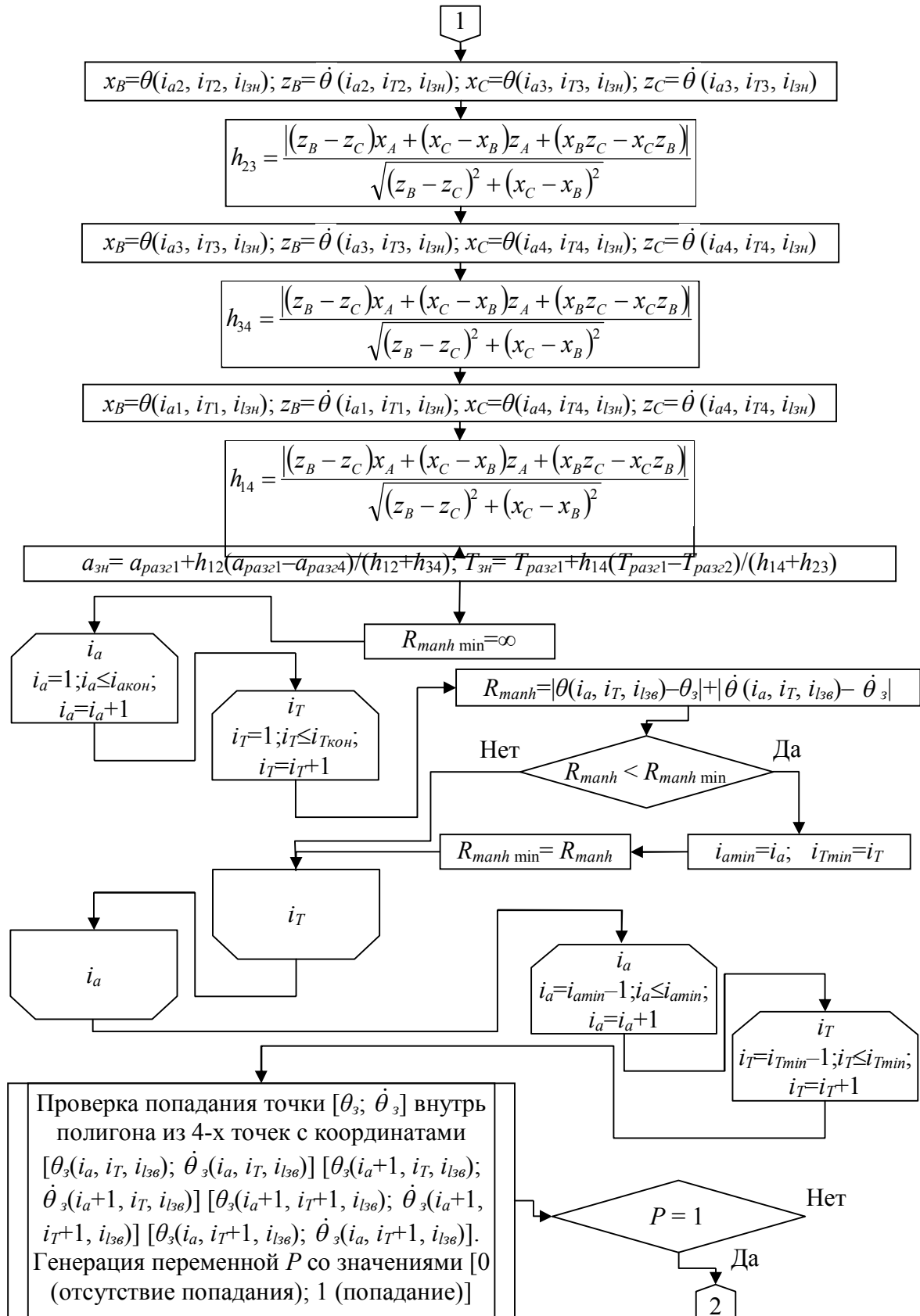


Рис. 4. Блок-схема алгоритма интерполяции значений $[a_3; T_3]$ для заданного сочетания значений $[\theta_3; \dot{\theta}_3; l_3]$ (продолжение)

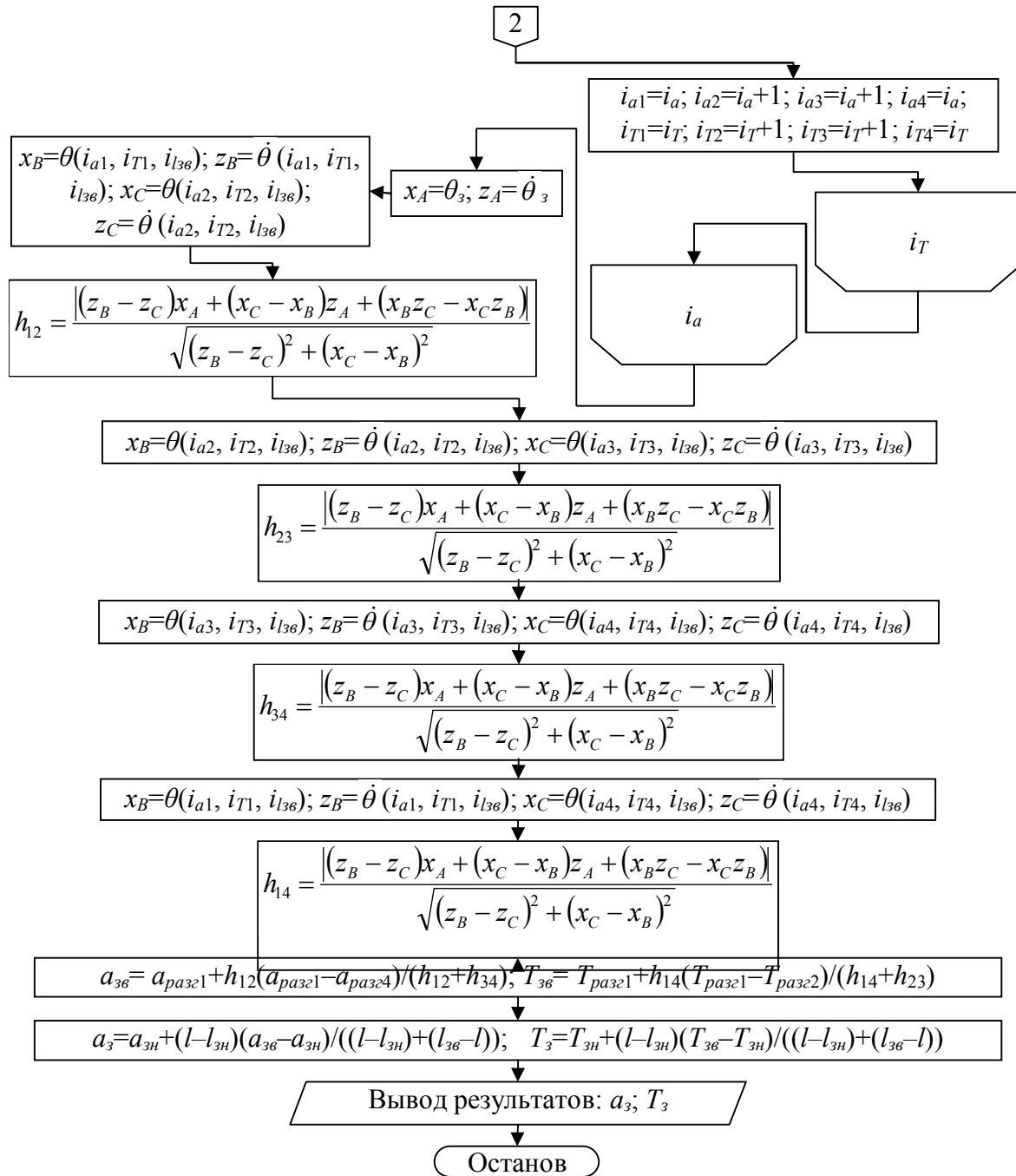


Рис. 4. Блок-схема алгоритма интерполяции значений $[a_3; T_3]$ для заданного сочетания значений $[\theta_3; \dot{\theta}_3; l_3]$ (окончание)

Библиографический список

1. Blackburn D., Singhose W., Kitchen J., Patrangenu V., Lawrence J. Command Shaping for Nonlinear Crane Dynamics // Journal of Vibration and Control. 2010. № 16. pp. 477-501.
 2. Щедринов, А.В. Автоматическая система успокоения колебаний груза для мостового крана / А.В. Щедринов, С.А. Сериков, В.В. Колмыков //

Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. – 2007. – № 8. – С. 13-17.

3. Толочко, О.И. Сравнительный анализ методов гашения колебаний груза, подвешенного к механизму поступательного движения мостового крана / О.И. Толочко, Д.В. Бажутин // Электромашиностроение и электрооборудование. – 2010. – № 75. – С. 22-28.

4. Москаленко, В.В. Электрический привод / В.В. Москаленко. – М.: Академия, 2007. – 368 с.

5. Shcherbakov, V. Mathematical modeling of process moving cargo by overhead crane / V. Shcherbakov, M. Korytov, R. Sukharev, E. Volf // Applied Mechanics and Materials. Vols. 701-702 (2015). pp. 715-720.

6. Shcherbakov, V. The reduction of errors of bridge crane loads movements by means of optimization of the spatial trajectory size / V. Shcherbakov, M. Korytov, E. Volf, I. Breus // Applied Mechanics and Materials. Vol. 811 (2015). pp. 99-103.

7. Сергеев, В.В. Алгоритмы локализации точки в трехмерном пространстве для генерации объекта при моделировании методом частиц / В.В. Сергеев, С.Ю. Коростелев, С.Г. Псахье // Известия ТПУ. – 2008. – №5. – С. 44-47.

8. Калиткин, Н.Н. Численные методы / Н.Н. Калиткин. – М.: Наука, 1978. – 512 с.

RESEARCH OF INDICATORS OF PENDULAR FLUCTUATIONS OF THE FREIGHT MOVED WITH THE BRIDGE CRANE WITH THE RELAY DRIVE

V. S. Scherbakov, M. S. Korytov, E.O. Shershneva

Abstract. The studies were obtained depending the angle of deflection of the bridge crane hoist rope from the vertical, and the rate of change of the angle of the acceleration of time and the accelerated movement of the point of suspension of cargo. These dependencies can be used to extinguish the pendulum oscillation of the load being moved by overhead crane, when braking in the final moment of moving goods.

Keywords: bridge crane, drive, control relay type, acceleration, load, vibration damping.

References

1. Blackburn D., Singhose W., Kitchen J., Patrangenu V., Lawrence J. Command Shaping for Nonlinear Crane Dynamics // Journal of Vibration and Control. 2010. № 16. pp. 477-501.

2. Shhedrinov A.V., Serikov S.A., Kolmykov V.V. Avtomaticheskaja sistema uspokoenija kolebanij gruza dlja mostovogo krana [An automatic system of load's oscillation damping for the bridge crane]. *Pribory i sistemy. Upravlenie, kontrol', diag-nostika*, 2007, no 8. pp. 13-17.

3. Tolochko O.I. Bazhutin D.V. Sravnitel'nyj analiz meto-dov gashenija kolebanij gruza, podvешennogo k mehanizmu postupatel'nogo dvizhenija mostovogo krana [A comparative analysis of methods of damping the load suspended from the mechanism of translational motion of overhead crane]. *Jelektromashinostroenie i jelek-trooborudovanie*, 2010, no 75. pp. 22-28.

4. Moskalenko V.V. *Jelektricheskij privod* [Electric drive]. Moscow, Akademija, 2007. 368 p.

5. Shcherbakov, V. Mathematical modeling of process moving cargo by overhead crane / V. Shcherbakov, M. Korytov, R. Sukharev, E. Volf // Applied Mechanics and Materials. Vols. 701-702 (2015). pp. 715-720.

6. Shcherbakov, V. The reduction of errors of bridge crane loads movements by means of optimization of the spatial trajectory size / V. Shcherbakov, M. Korytov, E. Volf, I. Breus // Applied Mechanics and Materials. Vol. 811 (2015). pp. 99-103.

7. Sergeev V.V., Korostelev S.Ju., Psah'e S.G. Algoritmy lokalizacii toch-ki v trehmernom prostranstve dlja generacii ob'ekta pri modelirovanii metodom chastic [Algorithms localization point in three-dimensional space to generate the object in the simulation by particle]. *Izvestija TPU*, 2008, no 5. pp. 44-47.

8. Kalitkin N.N. *Chislennye metody* [Numerical methods]. Moscow, Nauka, 1978. 512 p.

Щербakov Виталий Сергеевич (Россия, Омск) – доктор технических наук, профессор, декан факультета «Нефтегазовая и строительная техника» ФГБОУ ВПО «СибАДИ» (644080, г. Омск, пр. Мира, 5, e-mail: sherbakov_vs@sibadi.org).

Корытов Михаил Сергеевич (Россия, Омск) – доктор технических наук, доцент, профессор кафедры «Автомобили, конструкционные материалы и технологии» ФГБОУ ВПО «СибАДИ» (644080, г. Омск, пр. Мира, 5, e-mail: kms142@mail.ru).

Шершнева Елена Олеговна (Россия, г. Омск) – аспирант кафедры «Автоматизация производственных процессов и электротехника» ФГБОУ ВПО «СибАДИ». (ФГБОУ ВПО «СибАДИ» (644080, г. Омск, пр. Мира, 5, e-mail: wolf_eo@sibadi.org).

Sherbakov Vitaliy Sergeevich (Russian Federation, Omsk) – doctor of technical sciences, professor of The Siberian Automobile and Highway Academy (644080, Omsk, Mira Ave., 5, e-mail: sherbakov_vs@sibadi.org).

Korytov Mikhail Sergeevich (Russian Federation, Omsk) – doctor of technical sciences, professor of the Siberian Automobile and Highway Academy (644080, Omsk, Mira Ave., 5, e-mail: kms142@mail.ru).

Shershneva Elena Olegovna (Russian Federation, Omsk) – graduate student of the department «Computer-aided manufacturing and electrical engineering», The Siberian Automobile and Highway Academy (644080, Omsk, Mira Ave., 5, e-mail: wolf_eo@sibadi.org).

РАЗДЕЛ II

СТРОИТЕЛЬСТВО. СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ

УДК 624.04

ДИНАМИКА ВАНТОВОГО АВТОДОРОЖНОГО МОСТА

Г.М. Кадисов

ФГБОУ ВПО «СибАДИ», Россия, Омск.

Аннотация. Задача о колебаниях вантового моста, представленного складкой с абсолютно жесткими поперечными диафрагмами, пилоном и вантами, совместно с регулярной колонной грузовых автомобилей, движущихся с постоянной скоростью, исследована путем численного решения системы интегральных уравнений Вольтерра первого рода. На конкретном примере показана возможность возникновения резонанса при движении колонны со скоростью, равной отношению шага регулярности к периоду собственной формы моста, с учетом частотно-зависимого внутреннего трения.

Ключевые слова: складка, пилон, ванты, колонна автомобилей, резонанс.

Введение

История вопроса о воздействии подвижной нагрузки на мосты изложена в [1], при этом отмечены четыре варианта задачи о движении груза по балке с учетом и без учета массы. Для решения задач о динамике автодорожных мостов, нагрузки которых являются случайными функциями как времени, так и пространственных переменных, предложено в [2] использовать корреляционные функции обобщенных сил или спектральный метод. Задача о движении колесной пары по складке решена в [3]. Задачи в двумерной постановке о динамике висячих и вантовых мостов изложены в [4]. Решения пространственных задач о динамике однопролетных и неразрезных многопролетных автодорожных мостов под воздействием или одиночных или регулярной колонны грузовых автомобилей даны в [5]. Особенности динамики железнодорожных мостов достаточно подробно рассмотрены в [6]. Ниже рассматриваются особенности решения задач динамики вантовых мостов в пространственной постановке.

Так при движении одного автомобиля по однопролетному строению наибольшее динамическое воздействие оказывается при скорости, значительно меньшей критической, при которой автомобиль за время, равное половине основного периода собственных колебаний пролетного строения, успевает пройти весь пролет. В случае регулярной колонны автомобилей наибольший динамиче-

ский эффект проявляется при скорости, обеспечивающей продвижение колонны на один шаг регулярности за один период свободных колебаний пролетного строения. Ниже представлены особенности решения задачи о совместных колебаниях вантового моста с подвижной инерционной нагрузкой. Колебания вантового моста, представленного складкой с абсолютно жесткими поперечными диафрагмами, пилоном и вантами, совместно с регулярной колонной грузовых автомобилей получены численным решением системы интегральных уравнений Вольтерра первого рода с учетом скорости движения колонны и параметров вязкоупругости складки.

Уравнения динамики системы «вантовый мост + колонна автомобилей»

Для решения поставленной задачи сначала необходимо определить основные динамические свойства вантового моста, в основном собственные частоты и собственные формы. Методы решения задач на собственные значения изложены в [7].

Для определения собственных частот и собственных форм вантового моста сначала необходимо решить вспомогательные задачи на собственные значения для отдельных его конструкций – складки и пилон. Рассматривая сначала только складку, примем для нее расчетную схему метода перемещений. Пусть \mathbf{R}_i – реакции распределенных вдоль узловых линий складки дополнительных связей и \mathbf{M}_i

– приведенная матрица инерционности для i -й гармоники складки, тогда собственные формы складки φ_{ik} с собственными числами λ_{ik} (квадратами собственных частот) определяются из однородного уравнения $(\mathbf{R}_i - \lambda_{ik}\mathbf{M}_i)\varphi_{ik} = \mathbf{0}$. Отметим, что для каждой гармоники количество собственных частот и собственных форм равно учетверенно числу узловых линий складки.

Аналогично можно найти собственные формы φ_{pk} и собственные числа λ_{pk} пилона из однородного уравнения $(\mathbf{R}_p - \lambda_{pk}\mathbf{M}_p)\varphi_{pk} = \mathbf{0}$, в котором приняты \mathbf{R}_p и \mathbf{M}_p – матрицы реакций и масс пилона. Собственные формы складки и пилона нормированы: $\varphi_{ik}^T \mathbf{M}_i \varphi_{ik} = \mathbf{1}$, $\varphi_{pk}^T \mathbf{M}_p \varphi_{pk} = \mathbf{1}$.

Для определения собственных частот и собственных форм вантового моста используем смешанный метод, включающий уравнения равновесия и уравнения совместности. Уравнения равновесия складки содержат в качестве неизвестных \mathbf{z}_i – амплитуды узловых перемещений i -й гармоники складки, \mathbf{x} – усилия в вантах и \mathbf{y} – усилия взаимодействия диафрагм и складки:

$$(\mathbf{R}_i - \lambda \mathbf{M}_i)\mathbf{z}_i + \mathbf{R}_{ix}\mathbf{x} + \mathbf{R}_{iy}\mathbf{y} = \mathbf{0} \quad (i = \overline{1, n_s}), \quad (1)$$

где \mathbf{R}_{ix} , \mathbf{R}_{iy} – реакции распределенных по i -й гармонике вдоль узловых линий складки дополнительных связей от усилий \mathbf{x} , \mathbf{y} . В уравнениях равновесия пилона неизвестными являются \mathbf{z}_p – амплитуды узловых перемещений пилона и \mathbf{x} – усилия в вантах:

$$(\mathbf{R}_p - \lambda \mathbf{M}_p)\mathbf{z}_p + \mathbf{R}_{px}\mathbf{x} = \mathbf{0} \quad (p = \overline{1, n_p}); \quad (2)$$

\mathbf{R}_{px} , – аналогичные реакции в дополнительных связях пилона.

Усилия \mathbf{y} взаимодействия диафрагм и складки соответствуют уравнениям равновесия

$$\mathbf{D}\mathbf{y} = \mathbf{0}, \quad (3)$$

где \mathbf{D} – прямоугольная матрица коэффициентов с числом блоков, равным числу диафрагм. Каждый блок этой матрицы содержит 3 строки и столько столбцов, сколько сил взаимодействия одной диафрагмы со складкой.

В дополнение к уравнениям равновесия (1), (2) и (3) составим уравнения совместности деформаций складки, пилона и вант

$$\sum \Delta_{xi}\mathbf{z}_i + \sum \Delta_{xp}\mathbf{z}_p + \Delta_{xx}\mathbf{x} = \mathbf{0}; \quad (4)$$

и уравнения совместности складки и диафрагм

$$\sum \Delta_{yi}\mathbf{z}_i = \Delta_y; \quad (5)$$

Δ_y – перемещения складки в сечениях с абсолютно жесткими диафрагмами по направлению усилий \mathbf{y} определяются по вектору \mathbf{z} перемещений абсолютно жестких диафрагм, его размерность равна утроенному количеству диафрагм

$$\Delta_y = \mathbf{D}^T \mathbf{z}. \quad (6)$$

Уравнение (3) выражает равенство нулю равнодействующих сил взаимодействия каждой диафрагмы со складкой. Вектор \mathbf{y} преобразуем $\mathbf{y} = \mathbf{B}\mathbf{y}_0$ через равнодействующие \mathbf{y}_0 .

Амплитуды узловых перемещений i -й гармоники складки и пилона представим рядами по собственным формам $\mathbf{z}_i = \sum \mathbf{a}_{ik}\varphi_{ik}$, $\mathbf{z}_p = \sum \mathbf{a}_{pk}\varphi_{pk}$ и подставим их в (1), (2). С учетом ортогональности собственных форм складки φ_{ik} и пилона φ_{pk} получим коэффициенты этих рядов:

$$\begin{aligned} \mathbf{a}_{ik} &= -(\lambda_{ik} - \lambda)^{-1} \varphi_{ik}^T \mathbf{R}_{ix}\mathbf{x} - (\lambda_{ik} - \lambda)^{-1} \varphi_{ik}^T \mathbf{R}_{iy}\mathbf{B}\mathbf{y}_0; \\ \mathbf{a}_{pk} &= -(\lambda_{pk} - \lambda)^{-1} \varphi_{pk}^T \mathbf{R}_{px}\mathbf{x}. \end{aligned} \quad (7)$$

Теперь уравнения совместности (4) и (5) после замены \mathbf{z}_i и \mathbf{z}_p рядами по собственным формам с коэффициентами (7) принимают вид:

$$\left[\sum \sum \frac{\mathbf{H}_{ikx}^T \mathbf{H}_{ikx}}{\lambda_{ik} - \lambda} + \sum \sum \frac{\mathbf{H}_{ikx}^T \mathbf{H}_{pkx}}{\lambda_{pk} - \lambda} + \Delta_{xx} \right] \mathbf{x} + \left[\sum \sum \frac{\mathbf{H}_{ikx}^T \mathbf{H}_{iky}}{\lambda_{ik} - \lambda} \mathbf{B} \right] \mathbf{y}_0 = \mathbf{0};$$

$$\left[\sum_k \sum_{ik} \frac{\mathbf{B}^T \mathbf{H}_{iky}^T \mathbf{H}_{ikx}}{\lambda_{ik} - \lambda} \right] \mathbf{x} + \left[\sum_k \sum_{ik} \frac{\mathbf{B}^T \mathbf{H}_{iky}^T \mathbf{H}_{iky} \mathbf{B}}{\lambda_{ik} - \lambda} \right] \mathbf{y}_0 = \mathbf{0}, \quad (8)$$

где введены обозначения: $\mathbf{H}_{ikx} = \Phi_{ik}^T \mathbf{R}_{ix}$,

$$\mathbf{H}_{pkx} = \Psi_{pk}^T \mathbf{R}_{px}.$$

Приравнивая определитель однородной системы (8) к нулю, находим собственные значения всей системы в целом. Особенность определителя здесь состоит в том, что его полюсы соответствуют собственным числам отдельных складки λ_{ik} и пилона λ_{pk} , а нули – собственным числам всей конструкции. Эта особенность позволяет между каждой парой соседних полюсов последовательно вычислить нули, например, методом деления отрезка пополам, или равномерными шагами и т.п. По каждому найденному собственному числу λ_j вычисляются \mathbf{x}^j и \mathbf{y}_0^j , а затем по формулам (7) – коэффициенты рядов \mathbf{a}_{ik}^j и \mathbf{a}_{pk}^j . Теперь можно составить для вантового моста в целом собственный вектор, часть которого содержит перемещения складки, другая – пилона:

$$\mathbf{z}^j = \left(\sum_k \mathbf{a}_{ik}^j \Phi_{ik}, \sum_k \mathbf{a}_{pk}^j \Psi_{pk} \right). \quad (9)$$

Для дальнейшего каждый собственный вектор нормируется.

После определения спектра собственных частот и собственных форм вантового моста в целом можно приступить к решению неоднородной системы уравнений, описывающей колебания вантового моста при движении регулярной колонны автомобилей. Активными будем считать автомобили, находящиеся в данный момент на пролетном строении. Каждый автомобиль имеет 7 степеней свободы, включая кузов с тремя степенями свободы (вертикальное перемещение центра тяжести и два угловых относительно продольной и поперечной горизонтальных осей) и четыре колеса (с одной степенью свободы по вертикали каждый). Динамику системы «вантовый мост + колонна автомобилей» можно исследовать, составив сначала систему трех матричных дифференциальных уравнений динамического равновесия, используя принцип Даламбера. Первое соответствует колебани-

ям кузовов активных автомобилей, второе – их колес, третье – вантового моста. К системе уравнений динамического равновесия добавлены уравнения совместности перемещений кузова, рессор и колес, а также колес, шин и проезжей части вантового моста. Перемещения рессор и шин представлены дифференциальными уравнениями как для вязкоупругого элемента. Все дифференциальные уравнения движения кузова и колес каждого активного автомобиля и вантового моста преобразованы к интегральным уравнениям Вольтерра первого рода [8], затем из уравнений совместности деформаций рессор и шин, исключив основные перемещения кузовов активных автомобилей и вантового моста, получены интегральные уравнения относительно усилий в рессорах и шинах активных автомобилей:

$$\begin{aligned} & (\mathbf{K}_r^\alpha + \mathbf{\Pi}^T \mathbf{K}_a^\alpha \mathbf{\Pi} + \mathbf{K}_k^\alpha) \mathbf{x}_k^\alpha - \mathbf{K}_k^\alpha \mathbf{x}_s^\alpha = \mathbf{0} \quad (\alpha \in N_a); \\ & -\mathbf{K}_k^\alpha \mathbf{x}_r^\alpha + (\mathbf{K}_s^\alpha + \mathbf{K}_k^\alpha) \mathbf{x}_k^\alpha + \sum_{i=1}^n \sum_{\beta=1}^N \Psi_i^\alpha \mathbf{T}_i \mathbf{K}_i \Psi_i^\beta (\mathbf{x}_s^\beta + \mathbf{x}_{s0}^\beta) = \mathbf{0}, \end{aligned} \quad (10)$$

где \mathbf{x}_r^α (\mathbf{x}_s^α) – вектор отклонений от статических значений усилий в рессорах (шинах) автомобиля с порядковым номером α ; \mathbf{x}_{s0}^α – статические усилия в шинах, обусловленные весом кузова и колес; \mathbf{K}_a^α , \mathbf{K}_k^α , \mathbf{K}_r^α , \mathbf{K}_s^α – диагональные матричные интегральные операторы типа Вольтерра первого рода, определяющие перемещения кузова, колеса, рессоры и шины соответственно; \mathbf{K}_i – скалярный интегральный оператор типа Дюамеля, соответствующий i -й собственной форме упругой системы с учетом затухания; $\mathbf{\Pi}$ – матрица приведения усилий в рессорах к главным центральным осям кузова; Ψ_i^α – матрица строка ординат i -й собственной формы вантового моста в точках контакта упругой системы с шинами экипажа с номером α ; N_a – множество порядковых номеров активных экипажей; n – число учитываемых собственных форм; N – номер последнего активного на текущий момент экипажа. Буква «т» верхнего индекса указывает на операцию транс-

понирования. Количество скалярных уравнений и число неизвестных в системе (10) равно числу вязкоупругих элементов всех активных экипажей.

Интегральные уравнения (10) с применением кусочно-линейной интерполяции усилий в рессорах \mathbf{x}_r^α и шинах \mathbf{x}_s^α сводятся к рекуррентной системе алгебраических уравнений, в результате решения которой получаем для каждого фиксированного момента времени значения усилий в рессорах и шинах каждого активного автомобиля. Имея эти значения, получаем коэффициенты разложения узловых линий складки по собственным формам, что позволяет для каждого момента времени получить эпюру перемещений узловых линий пролетного строения или, например, график изменения во времени перемещений группы точек характерного поперечного сечения. При малой скорости движения колонны автомобилей наибольшие перемещения характерного сечения оказываются во время движения первых автомобилей в колонне, затем по мере продвижения колонны по пролетному строению колебания происходят с меньшими амплитудами относительно статического состояния. Если колонна автомобилей длиннее пролетного строения моста и первый ее автомобиль уже достиг конца моста, то могут возникнуть резонансные колебания моста при так называемой критической скорости, при которой колонна проходит дистанцию между

смежными автомобилями за время, равное периоду свободных колебаний пролетного строения.

Следует отметить, что левая часть дифференциальных уравнений рассматриваемой задачи содержит периодические во времени коэффициенты, период которых равен отношению шага регулярности колонны к ее скорости движения. Поэтому общее решение неоднородной системы рассматривается как вынужденные параметрические колебания, т.е. как сумма параметрических [9] и вынужденных колебаний. Однако, превалируют вынужденные колебания, в результате чего амплитуды в резонансном состоянии возрастают во времени по линейному закону, а не по экспоненте при параметрических колебаниях.

Пример. В качестве примера рассмотрим расчетную схему вантового моста (рис. 1). Балка жесткости представлена неразрезной стальной складкой с пролетами 96 м. и 48 м., шириной 12 м. с шестью ребрами жесткости, ее узловые линии пронумерованы (рис. 2). Абсолютно жесткие поперечные диафрагмы расположены в местах прикрепления вант с шагом 24 м. Материал балки жесткости – сталь ($E=2.06e08$ КПа, $\rho=7.85$ т/м³). Толщина листов 0.035 м. Пилон из железобетона ($E=3.07e07$ КПа, $A=6.25$ м², $J_x=5.875$ м⁴, $J_y=11.75$ м⁴, $\rho=2.45$ т/м³). Площадь сечения каждой ванты – 0.09 м², $E=1.95e08$ КПа.

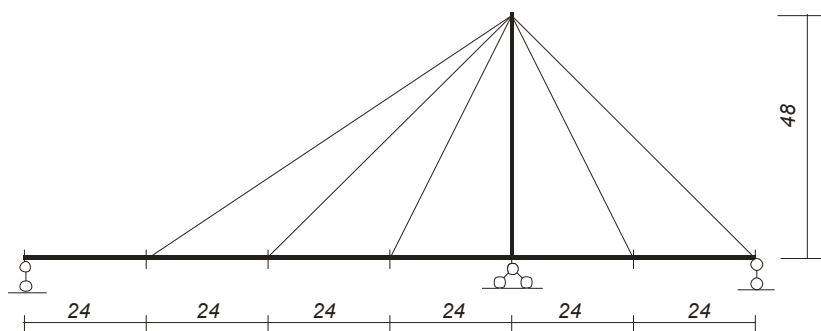


Рис. 1. Расчетная схема вантового моста, фасад

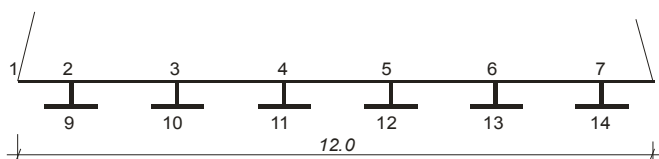


Рис. 2. Поперечное сечение

На рисунке 3 показаны узловые линии балки жесткости первых шести собственных форм вантового моста. В нечетных собственных формах узловые линии соответствуют изгибу балки жесткости в вертикальной плоскости симметрично относительно продольной оси моста, в четных – деформациям кручения. Как видно из рисунков, все собственные формы в сечении с пилоном имеют вертикальные перемещения равные нулю. Собственным формам соответствуют собственные

частоты (рад/сек): $\omega_1 = 1,312$, $\omega_2 = 1,588$,
 $\omega_3 = 1,735$, $\omega_4 = 1,825$, $\omega_5 = 1,884$,
 $\omega_6 = 1,933$. Критической назовем скорость v^* , при которой один автомобиль успевает преодолеть за половину основного периода свободных колебаний вантового моста расстояние, равное длине пролетного строения.

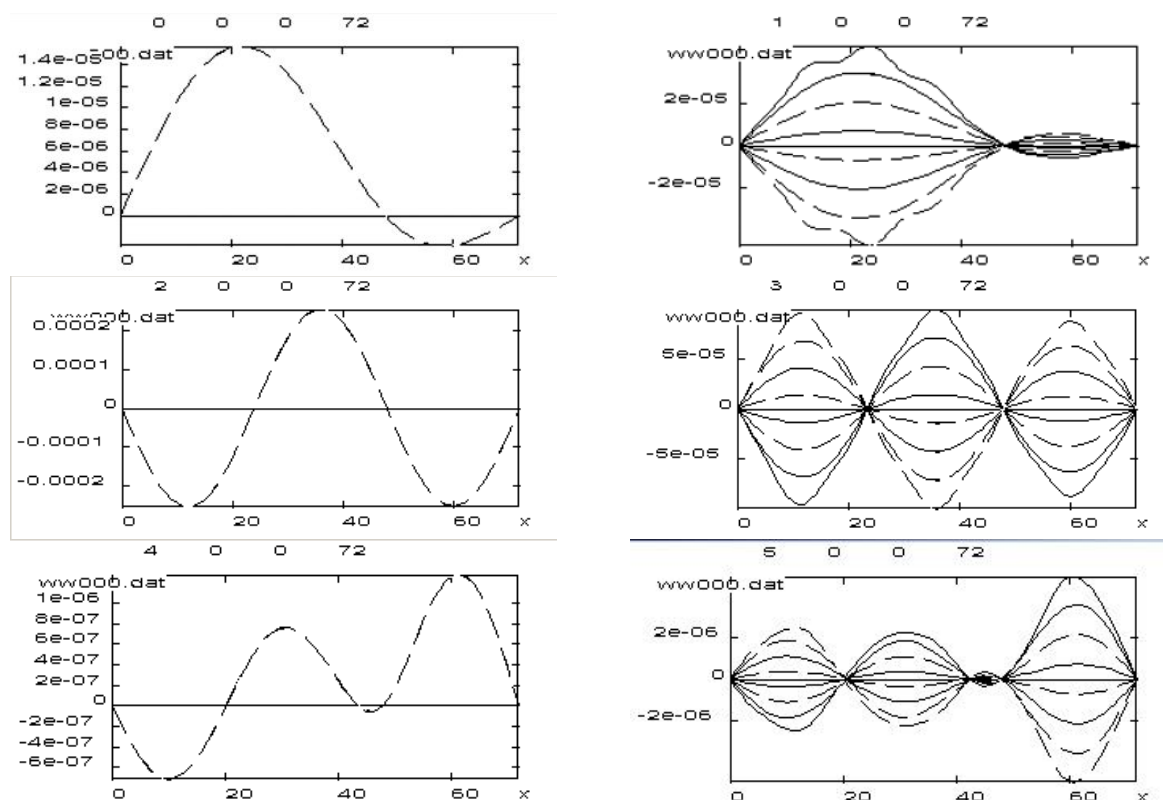


Рис. 3. Первые шесть собственных форм вантового моста

Колонна состоит из 21-го одинакового грузового автомобиля и движется вдоль узловых линий 2 и 3. Параметры каждого автомобиля в колонне приняты как в [5, с.165]. База автомобиля 4.0 м. Расстояние между центрами следующих друг за другом автомобилей равно 18.0 м. Отметим, что при скорости $v^{**} = 0.125v^*$ колонна продвигается на шаг регулярности за половину основного периода свободных колебаний.

На рисунке 4 и 5 приведены виброграммы точек, расположенных на узловых линиях 2 и

3 в среднем поперечном сечении складки (балки жесткости), при различных постоянных скоростях движения колонны. При входе колонны на пролетное строение, когда первый автомобиль еще не достиг конца пролетного строения, наблюдаются неустановившиеся колебания, но после них на рисунке 4 можно видеть биения, а на рисунке 5 неустойчивость колебаний с наибольшим прогибом. Все вычисления выполнены с учетом диссипации энергии (для складки логарифмический декремент равен 0.01).

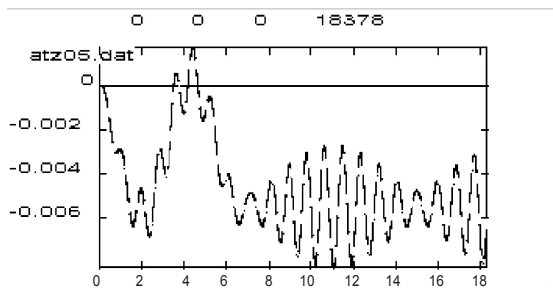


Рис. 4. $v = 0.0742178 v^*$

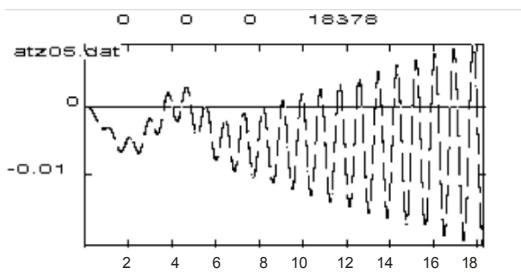


Рис. 5. $v = 0.08203125v^*$

Резонансные кривые – графики максимальных прогибов в зависимости от параметра скорости движения регулярной колонны – представлены на рисунке 6. Параметр скорости отсчитывается по горизонтальной оси так $32v/v^{**}$. Когда первый автомобиль еще не достиг конца пролетного строения, соответствуют графики 3 и 4, на следующем этапе движения – графики 1 и 2. Графики 1 и 3 рассчитаны при логарифмическом декременте, равном 0.01, а графики 2 и 4 – 0.16. Интересно отметить, что при скорости $v = 0.0742178 v^*$ (рис.4) коэффициент динамичности (отношение максимального прогиба к статическому) равен 1,479. Для оценки влияния диссипации на рисунке 7 приведена виброграмма при декременте, равном 0.16, (сравнить с рис. 5). Следует отметить, что для снижения значительных резонансных колебаний автодорожных вантовых мостов требуется устанавливать дополнительные демпфирующие устройства.

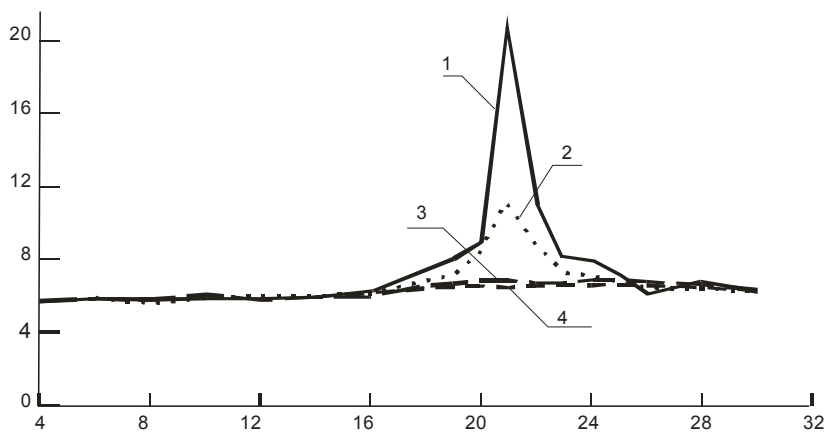


Рис. 6. Максимальные прогибы (мм) в среднем сечении складки в зависимости от параметра скорости колонны

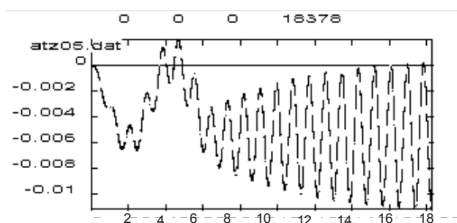


Рис. 7. $v=0.08203125v^*$

Максимальные прогибы в сечении посередине балки жесткости (складки) значительно зависят от декремента колебаний (рис. 8). Чем больше декремент, тем меньше амплитуды колебаний и соответственно меньше динамические прогибы.

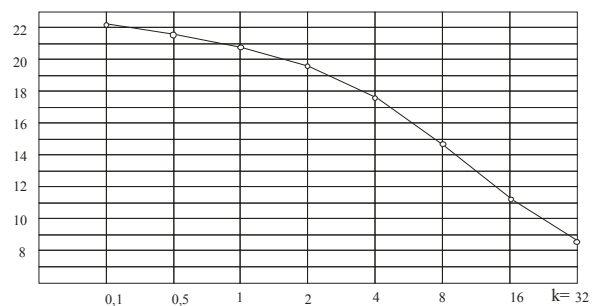


Рис. 8. Динамический максимальный прогиб (мм) в зависимости от декремента $\Delta = 0.01 * k$

Библиографический список

1. Пановко, Я.Г. Устойчивость и колебания упругих систем / Я.Г. Пановко, И.И. Губанова. – М.: Наука, 1987. – 352 с.
2. Болотин, В.В. Статистические методы в строительной механике / В.В. Болотин. – М.: Стройиздат, 1965. – 280 с.
3. Смирнов, А.Ф. Расчет сооружений с применением вычислительных машин / А.Ф. Смирнов, А.В. Александров, Б.Я. Лащеников, Н.Н. Шапошников. – М.: Стройиздат, 1964. – 380 с.
4. Сафронов, В.С. Расчет висячих и вантовых мостов на подвижную нагрузку / В.С. Сафронов. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 1983. – 196 с.
5. Кадисов, Г.М. Динамика и устойчивость сооружений: учебное пособие – 2-е изд. / Г.М. Кадисов. – М.: Изд-во АСВ, 2007. – 272 с.
6. Иванченко, И.И. Динамика транспортных сооружений: высокоскоростные, подвижные, сейсмические и ударные нагрузки / И.И. Иванченко. – М.: Наука, 2011. – 574 с.
7. Гулд, С. Вариационные методы в задачах о собственных значениях / С. Гулд. – М.: Мир, 1970. – 328 с.
8. Верлань, А.Ф. Интегральные уравнения. Методы, алгоритмы, программы. Справочное пособие / А.Ф. Верлань, В.С. Сизиков. – Киев: Наукова думка, 1986. – 544с.
9. Вибрации в технике: Справочник. Т. 1. Колебания линейных систем/ под ред. В.В. Болотина. – М.: Машиностроение, 1978. – 352 с.

DYNAMICS OF VANTOVY AVTODOROZHNY BRIDGE

G.M. Kadisov

Abstract. The task about fluctuations of the cable-stayed bridge presented by a fold with absolutely rigid cross diaphragms, a pole and guys together with a regular column of the trucks moving with a constant speed is investigated by the numerical decision of system of the integrated equations of Voltaire of the first sort. On a concrete example possibility of a resonance at the movement of a column with a speed equal to the regularity step relation to the period of own form of the bridge is shown, taking into account frequency-dependent internal friction.

Keywords: fold, pole, guys, column of cars, resonance.

References

1. Panovko Ja.G., Gubanov I.I. *Ustojchivost' i kolebanija up-rugih sistem* [Ustoychivost and fluctuations of elastic systems]. Moscow, Nauka, 1987. 352 p.
2. Bolotin V.V. *Statisticheskie metody v stroitel'noj mehanike* [Statistical methods in construction mechanics]. Moscow, Strojizdat, 1965. 280 p.
3. Smirnov A.F., Aleksandrov A.V., Lashhenikov B.Ja., Shaposhnikov N.N. *Raschet sooruzhenij s prime-nenijem vychislitel'nyh mashin* [Calculation of constructions with application of computers]. Moscow, Strojizdat, 1964. 380 p.
4. Safronov V.S. *Raschet visjachih i vantovyh mostov na podvizhnuju nagruzku* [Calculation of suspension and cable-stayed bridges on mobile loading]. Voronezh: Izd-vo VGU, 1983. 196 p.
5. Kadisov G.M. *Dinamika i ustojchivost' sooruzhenij: uchebnoe posobie* [Dinamika and stability of constructions: manual]. Moscow, Izd-vo ASV, 2007. 272 p.
6. Ivanchenko I.I. *Dinamika transportnyh sooruzhenij: vysokoskorostnye, podvizhnye, sejsmicheskie i udarnye nagruzki* [Dinamika of transport constructions: high-speed, mobile, seismic and shock loadings]. Moscow, Nauka, 2011, 574 p.
7. Guld S. *Variacionnye metody v zadachah o sobstvennyh znachenijah* [Variation methods in tasks about own values]. Moscow, Mir, 1970. 328 p.
8. Verlan' A.F., Sizikov V.S. *Integral'nye uravnenija. Metody, algoritmy, programmy. Spravochnoe posobie* [Integrated equations. Methods, algoritva, programs]. Kiev: Naukova dumka, 1986. 544 p.
9. *Vibracii v tehnikе: Spravochnik* [Vibrations in equipment: Reference book]. Т. 1. Kole-banija linejnyh sistem, pod red. V.V. Bolotina. 1978. 352 p.

Кадисов Григорий Михайлович (Россия, г. Омск) – доктор технических наук, профессор ФГБОУ ВПО «СибАДИ» (646800, г. Омск, пр. Мира, 5).

Kadisov Grigory Mikhaylovich (Russian Federation, Omsk) – doctor of technical science, professor of the The Siberian automobile and highway academy (SIBADI) (646800, Omsk, Mira Ave., 5).

УДК 691.618.93

ГРАНУЛИРОВАННЫЙ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ НА ОСНОВЕ ОПАЛОВОГО СЫРЬЯ ДЛЯ УСТРОЙСТВА МОРОЗОЗАЩИТНЫХ СЛОЕВ ДОРОЖНОЙ ОДЕЖДЫ

Е.А. Коротков¹, К.С. Иванов¹, И.А. Паткина²

¹Институт криосферы Земли СО РАН, Россия, г. Тюмень;

²ФАУ «РОСДОРНИИ», Россия, Москва.

Аннотация. Разработана и запатентована оригинальная технология производства гранулированных теплоизоляционных материалов на основе опалового сырья регионов Уральского федерального округа. Высокие теплоизоляционные характеристики новых материалов позволяют использовать их для устройства дополнительных морозозащитных и дренажных слоев дорожной одежды. В статье приведены результаты лабораторных испытаний нового материала, выполненные в сотрудничестве с лабораторией ФАУ «РОСДОРНИИ», доказывающие перспективность использования новых материалов в дорожном строительстве. Дополнительным аргументом в пользу внедрения новых материалов в дорожное строительство является возможность потенциального расширения сырьевой базы для их производства на юге Тюменской области.

Ключевые слова: морозозащитный слой дорожной одежды, гранулированный теплоизоляционный материал, диатомик, опаловое сырье.

Введение

Комплекс гидрологических, климатических и грунтовых условий территории Тюменской области, характерный для регионов юга Западной Сибири (низменный слаборасчлененный рельеф, интенсивное развитие процессов заболачивания, широкое распространение покровных лессовидных отложений, глубокое сезонное промерзание), предопределяет повышенную склонность местных грунтов к развиту процессов морозного пучения [1].

Деформация дорожного покрытия, обусловленная морозным пучением грунтов земляного полотна, является одной из причин снижения качества и долговечности автомобильных дорог юга Тюменской области.

Повреждения дорожных конструкций относятся к числу сложных и дорогостоящих для ремонта и существенно повышают затраты на содержание транспортной инфраструктуры региона.

Современные подходы к проектированию дополнительных морозозащитных слоев дорожных одежд в условиях региона далеко не всегда демонстрируют необходимую эффективность. Наиболее распространенным инженерным решением в дорожном строительстве региона является устройство морозозащитных слоев из крупнозернистого песка.

Ограниченность сырьевой базы качественных строительных песков юга Тюменской области предопределяет важность поиска альтернативных решений, позволяющих ис-

пользовать местные грунты для устройства земляного полотна автомобильных дорог, при сохранении высоких эксплуатационных характеристик дорожных конструкций. В качестве решения данной проблемы авторами предлагается использовать гранулированные теплоизоляционные материалы на основе местного кремниевого сырья для устройства дополнительных морозозащитных слоев дорожной одежды.

Гранулированные теплоизоляционные материалы на основе местного опалового сырья

Регионы УРФО обладают колоссальными запасами высококачественного кремниевого сырья. Кремниевые опал-кристаллитовые породы (диатомиты, опоки, кремнистые глины) широко представлены в мезозойско-кайнозойском осадочном чехле Западно-Сибирской геосинеклизы [2,3]. Породы относятся к числу полезных ископаемых, характеризующихся значительным набором полезных характеристик и разнообразными областями применения. На территории Зауралья (в границах Свердловской, Челябинской и Курганской областей) месторождения опал-кристаллитовых пород были обнаружены в 1930-50-х гг. прошлого века по результатам детального изучения верхнемеловых и эоценовых отложений. По состоянию на 2015 г, выявлено 107 месторождений кремниевых пород, 24 из которых детально разведаны и обладают запасами промышленных катего-

рий общим объемом в 174 млн. м³ диатомитов и 49 млн. м³ опок. Основные разведанные запасы сосредоточены в пределах трех месторождений: Потанинского (Челябинская область, 25 млн. м³), Камышловского и Ирбитского (Свердловская область, 15 и 7 млн. м³ соответственно). Общий ресурсный потен-

циал территории оценивается У.Г. Дистановым в 15-20 млрд. м³ [4].

На юге Тюменской области (рис.1) перспективы расширения минеральной базы кремнистого сырья связаны, прежде всего, с псаммито-диатомито-алевритовыми породами туртасской свиты верхнего олигоцена [5].

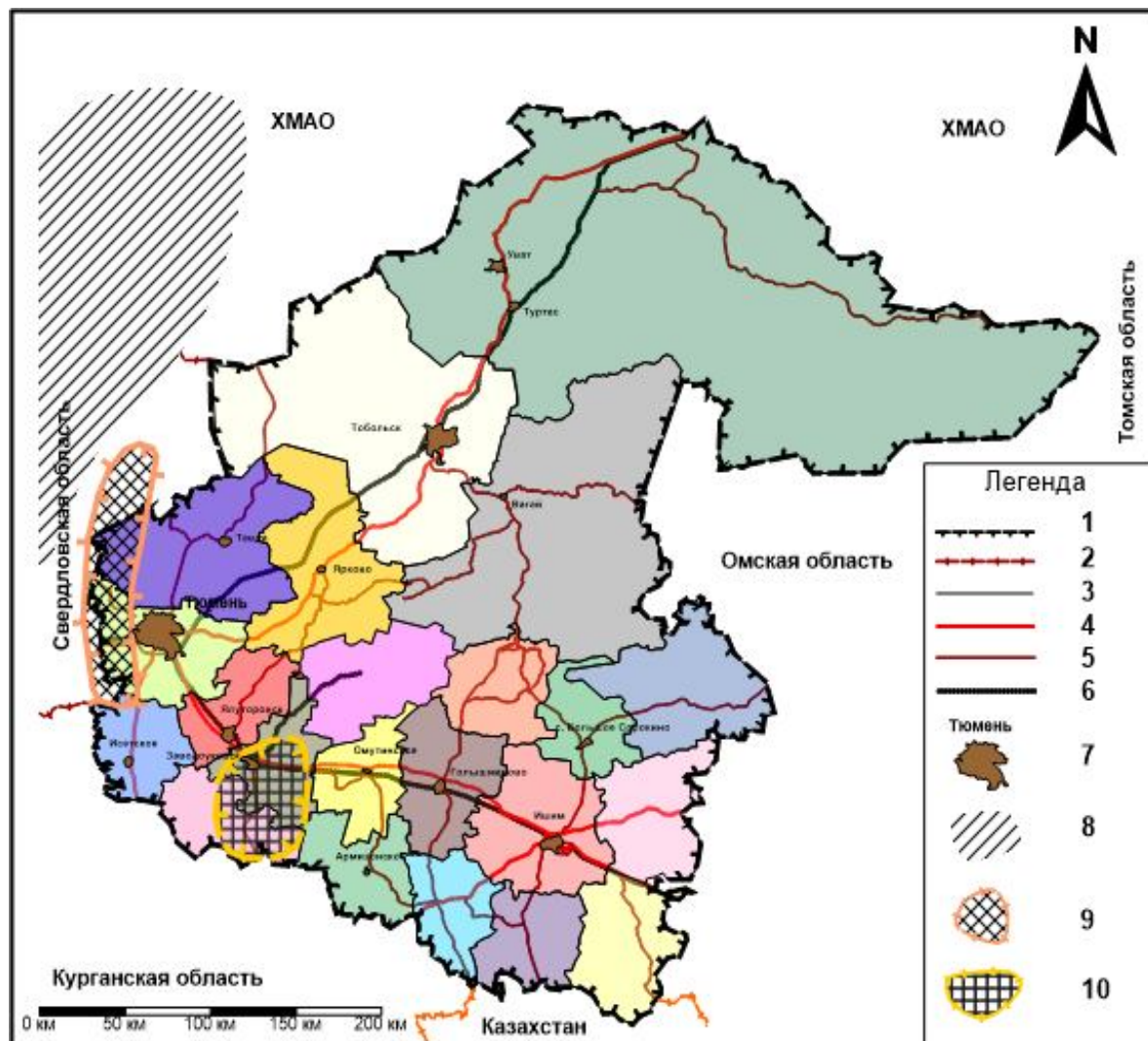


Рис. 1. Сырьевая база для производства ГТМ «ДиатомИК», 1 – административная граница Тюменской области; 2 – прочие административные границы; 3 - административные границы районов Тюменской области, 4 – важнейшие автомобильные дороги, 5- сеть автомобильных дорог регионального значения, 6 – железные дороги региона, 7- населенные пункты, 8 – Зауральская провинция опал-кристаллитовых пород, 9,10 – перспективные области на кремнистое сырье на юге Тюменской области

Использование гранулированных теплоизоляционных материалов, получаемых из местного опалового сырья, для устройства дополнительных морозозащитных и дренажных слоев дорожной одежды является новым перспективным направлением применения диатомитов в дорожном строительстве.

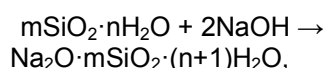
В рамках исследовательских проектов Института Криосферы Земли СО РАН разра-

ботана, запатентована и подготовлена для промышленного производства технология производства гранулированного теплоизоляционного материала (ГТМ) «ДиатомИК» из местного сырья Зауральской провинции опал-кристаллитовых пород [6].

В основе технологического процесса получения материала лежит процесс выщелачивания аморфного SiO₂ из диатомита рас-

твором щёлочи. Данный подход, используемый для получения жидкого стекла, не нашёл широкого применения в промышленном производстве из-за образования нерастворимого остатка и сложностей, связанных с его отделением. В то же время, при производстве пеностеклокерамических материалов, этот остаток может являться важным компонентом сырьевой смеси [7,8].

Процесс взаимодействия аморфного кремнезёма с гидроксидом натрия можно охарактеризовать следующей химической реакцией:



где m – силикатный модуль образующегося гидратированного силиката натрия. При дальнейшем нагревании происходит образование ячеистой структуры за счёт удаления молекулярной и силанольной воды с последующей поликонденсацией кремнекислородных анионов.

Новизна предложенной технологии заключается в проведении предварительной гидротермальной обработки опалового сырья при 90 °С, позволяющей ускорить процесс выщелачивания аморфного SiO₂ из диатомита, а образующиеся при этом растворимые щелочные силикаты способствуют её вспениванию при обжиге и снижают среднюю плотность образцов [7].

Гранулированный теплоизоляционный материал «ДиатомИК» представляет собой окатанный материал в виде гравия серо-зеленого цвета фракции 5-20 мм (рис.2). ГТМ «ДиатомИК» производится путем вспенивания заранее подготовленной породы во вращающейся печи при 800 °С. Полученный таким образом пеносиликатный материал имеет высокую пористость, за счет чего достигаются высокие теплоизоляционные характеристики материала (0,07-0,1 В/м*К). Поры материала являются закрытыми. За счет этого достигается низкое водопоглощение, повышенная химическая и физическая устойчивость ГТМ «ДиатомИК».



Рис. 2. ГТМ «ДиатомИК» различных фракций

Перспективы использования ГТМ «ДиатомИК» для устройства дополнительных морозозащитных слоев дорожной одежды

Возможность использования материала для устройства дополнительных морозозащитных слоев дорожной одежды

определяется, в первую очередь, набором физико-механических свойств. В таблице 1 представлены основные результаты последних исследований физико-механических свойств ГТМ «ДиатомИК», проведенных совместно с ФАУ «РОСДОРНИИ».

Таблица 1 – Результаты определения физико-механических свойств ГТМ «ДиатомИК» по ГОСТ 9758-2012, ГОСТ 32496-2013

Показатель	Значение
Насыпная плотность, кг/м ³ (средневзвешенное значение)	318
Средняя плотность зерен гравия, г/см ³ (средневзвешенное значение)	0,52
Пористость зерен гравия, % по объему (средневзвешенное значение)	81
Водопоглощение, % по массе (фракции 15-20 мм)	5,6
Прочность при сдавливании в цилиндре, МПа (средневзвешенное значение)	1,00
Морозостойкость гравия: потери массы, после 15-го цикла, %: (средневзвешенное значение)	3,50
Коэффициент фильтрации дробленого отсева, м/сут. (фракции 0-5 мм)	4,0

Набор физико-механических характеристик материала позволяет слою ГТМ «ДиатомИК» выполнять как морозозащитную, так и дренирующую функцию. ГТМ «ДиатомИК» является зернистым материалом с коэффициентом фильтрации не менее 1-2 м/сут, поэтому морозозащитный слой целесообразно

устанавливать на всю ширину земляного полотна с выходом на откосы насыпи или укладкой дополнительных водоотводящих устройств. На рисунке 3 представлен один из возможных вариантов типовой дорожной конструкции с дополнительным морозозащитным и дренирующим слоем ГТМ «ДиатомИК» для условий юга Тюменской области.

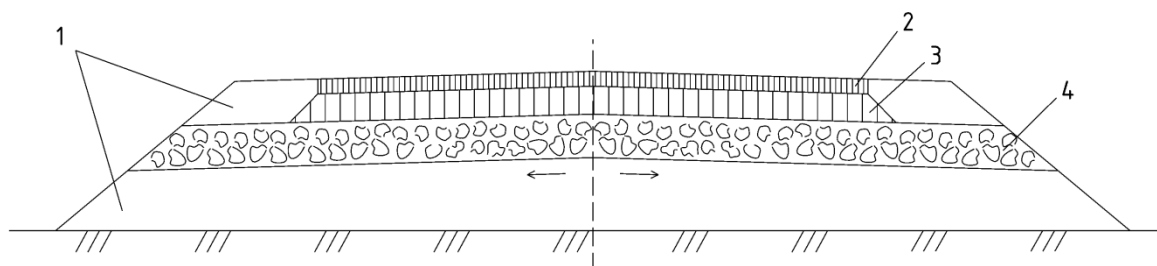


Рис. 3. Дорожная конструкция с дополнительным морозозащитным слоем ГТМ «ДиатомИК» дорожной одежды для условий юга Тюменской области. 1 – земляное полотно автомобильной дороги из местных грунтов, 2 – асфальтобетонное покрытие, 3 – щебень, 4 – ГТМ «ДиатомИК»

Дополнительным аргументом в пользу использования ГТМ «ДиатомИК» для устройства дополнительных морозозащитных слоев дорожной одежды является опыт применения гранулированных пеносиликатов в дорожном строительстве скандинавских стран.

В Норвегии, Швеции и Финляндии уже более 20 лет при устройстве дополнительных морозозащитных слоев дорожных одежд применяется гранулированное пеностекло [9].

По своим характеристикам пеностекло европейских производителей Nasorog и Foamit является близким аналогом предложенного ГТМ «ДиатомИК», хотя производится из промышленных и бытовых отходов стекла, а не из минерального кремнистого сырья [10].

Детальные полевые и лабораторные исследования эксплуатационных характеристик гранулированных пеносиликатов в дорожных конструкциях Норвегии свидетельствуют о высокой надежности и долговечности данного класса материалов [11,12].

В соответствии с требованиями ГОСТ 32496-2013 проведены исследования устойчивости структуры представленной пробы материала при кипячении, при выдерживании в воде и против силикатного распада. Анализ полученных экспериментальных данных позволяет сделать вывод, что ГТМ «ДиатомИК» устойчив ко всем видам распадов. Так, для ГТМ «ДиатомИК» потери по массе при кипячении составляет 4,6% (фракция 15-20 мм), 1,15 % (фракция 10-15 мм), 3,7 (фракция 5-20

мм). Потери по массе при определении устойчивости структуры материала при железистом распаде (выдерживание в воде в течение 30 суток) составляют менее 1 % (допустимое значение – 7 % по ГОСТ 8267-93). Потери по массе при определении устойчивости структуры материала при силикатном распаде составляют менее 0,32 % (допустимое значение – 8 % по ГОСТ 8267-93).

Результаты радиационно-гигиенической оценки ГТМ «ДиатомИК» по ГОСТ 30108-94 позволяют отнести материал к 1-му классу строительных материалов с возможностью применения во всех видах строительства. Значения удельной эффективной активности составляют $61,92 \pm 47,24$ Бк/кг.

Заключение

ГТМ «ДиатомИК» удовлетворяет требованиям нормативных документов Российской Федерации по следующим показателям (ГОСТ 32496-2013): зерновому составу; насыпной плотности (марка М350); прочности при сдвиге в цилиндре (марка по прочности П50); показателям устойчивости структуры ко всем видам распадов; по морозостойкости (F25); по устойчивости к размягчению при увлажнении (Кразм = 0,9); по коэффициенту фильтрации отсева дробления (Кф=4 м/сут). Сочетание долговечности, прочности и высоких теплоизоляционных характеристик нового материала делают возможным его использования для устройства дополнительных морозозащитных и дренирующих слоев дорожной одежды. Материал устойчив к различным видам распада и агрессивным средам.

Производство материала ориентировано на сырьевую базу регионов УРФО, что повышает вероятность успешного внедрения ГТМ «ДиатомИК» в дорожное строительство юга Тюменской области и сопредельных регионов.

Библиографический список

1. Ефименко, В.Н. Пути обеспечения эксплуатационной надёжности автомобильных дорог в природных условиях Сибири / В.Н. Ефименко, С.В.Ефименко, М.В. Бадина // Транспортное строительство / Транспорт Российской Федерации. – 2007. – № 1. – С. 18–19.
2. Нестеров, И.И. Западно-Сибирская провинция кремнисто-опаловых пород / И.И. Нестеров, П.П. Генералов, Л.Л. Подсосова // Советская геология. – 1984. – № 3. – С. 35-40.
3. Генералов, П. П. Опалиты эоцена Западной Сибири [Текст] / П. П. Генералов, Н. Б. Дрожжащих // Опалиты Западной Сибири. – Тюмень: ЗапсибНИГНИ, 1987. – С. 3–10.
4. Кремнистые породы СССР / ред. У.Г. Дистанов. – Казань: Татарское книжное издательство, 1976. – 412 с.

5. Смирнов, П.В. Объекты поисковых работ на кремнистые породы на юге Тюменской области / П.В. Смирнов // Сборник статей по итогам Всероссийской научно-практической конференции «Современные исследования в геологии». – СПб.: Изд-во СПбГУ, 2015. – С. 42-44

6. Пат. 2537304 Российская Федерация. МПК51 С03С 11/00. Способ получения пористых стекломатериалов / Мельников В.П., Шабанов В.Ф., Павлов В.Ф., Иванов К.С. Оpubл. 27.12.2014, Бюл. № 36 – 4 с.

7. Иванов, К.С. Новый изоляционный материал для термостабилизации грунтов / К.С. Иванов // Криосфера Земли. Том XV. – 2011. - № 4. – С. 120-122.

8. Иванов, К. С. Диатомиты в технологии гранулированного пеностекла / К. С. Иванов, С. С. Радаев, О. И. Селезнева // Стекло и керамика. – 2014. – № 5. – С. 15-19

9. Eriksson L., Häggglund J. Handbok: Skumglas i mark- och vägbyggnad. Linköping: Statens Geotekniska Institut. 2008. 39 p. (Norwegian).

10. Baklökk, L. Hasopor Cellular Glass for the use in building and road construction applications (In Norwegian). Report STF22 F01322. SINTEF Technology and Society, 2001.

11. R. Aabøe, G. Petkovic, S. Holdhus, E. Øiseth og T. E. Frydenlund, «Teknologirapport 2445: Gjenbruksprosjektet» Statens Vegvesen, Oslo, 2007.

12. Statens Vegvesen, «Håndbok 016: Geoteknikk i vegbygging» Oslo, 2010, pp. 15-2 - 15-4.

References

1. Efimenko V.N., Efimenko S.V., Badina M.V. *Puti obespechenija jekspluatacionnoj nadjozhnosti avtomobil'nyh dorog v prirodnyh uslovijah Sibiri* [Ways of ensuring operational safety of roads for the conditions of Siberia]. Transport Rossijskoj Federacii. 2007. No. 1 Pp. 18–19.

2. Nesterov I.I., Generalov P.P., Podsosova L.L. *Zapadno-Sibirskaya provintsija kremnisto-opalovykh porod* [West Siberian province of siliceous opal rocks]. Sovetskaya geologiya. 1984. No. 3. Pp. 35-40. (rus)

3. Generalov P.P., Drozhshchikh N.B. *Opalitty eotsena Zapadnoi Sibiri* [Eocene opal rocks of Western Siberia] Opalitty Zapadnoi Sibiri. Tyumen': ZapSibNIGNI, 1987. Pp. 3–10.

4. Distanov U.G. *Kremnistye porody SSSR* [Siliceous rocks of the USSR]. Kazan': Tatarskoe knizhnoe izdatel'stvo. 1976. 412 p.

5. Smirnov P.V. *Ob"ekty poiskovykh rabot na kremnistye porody na yuge Tyumenskoj oblasti* [Objects prospecting on siliceous rocks in the south of the Tyumen region] Proc. All-Rus. research-to-practice conf. 'Current research in geology'. SPb: Saint Petersburg State University Publishing House, 2015. Pp. 42-44.

6. Mel'nikov V.P., Shabanov V.F., Pavlov V.F., Ivanov K.S. *Sposob polucheniya poristykh steklomaterialov* [A technology for production of foam glass materials] Pat. Rus. Fed. N 2537304. IPC 51 S03S 11/00. Publ. 27.12.2014, Bul. No. 36. 4 p.

7. Ivanov K.S. *Novyi izolyatsionnyi material dlya termostabilizatsii gruntov* [The new insulation material for thermal stabilization of subsoils] *Kriosfera Zemli*. Vol. 15. 2011. No. 4. Pp. 120-122.

8. Ivanov K. S., Radaev S. S., Selezneva O. I. *Diatomity v tekhnologii granulirovannogo penostekla* [Diatomites in technology of granular foam glass production] *Steklo i keramika*. 2014. No. 5. Pp. 15-19.

9. Eriksson L., Hägglund J. *Handbok: Skumglas i mark- och- vägbyggnad*. Linköping: Statens Geotekniska Institut. 2008. 39 p. (Norwegian).

10. Bakløkk L. *Hasapor Cellular Glass for the use in building and road construction applications Report STF22 F01322*. SINTEF Technology and Society. 2001. (Norwegian)

11. Aabøe R., Petkovic G., Holdhus S., Øiset E. og Frydenlund T. E. *Teknologirapport 2445: Gjenbruksprosjektet*. Statens Vegvesen, Oslo, 2007. (Norwegian)

12. *Håndbok 016: Geoteknikk i vegbygging*. Oslo: Statens Vegvesen,. 2010. Pp. 15-2 - 15-4. (Norwegian)

THE GRANULATED HEAT-INSULATING MATERIAL ON THE BASIS OF OPAL RAW MATERIALS FOR THE ANTIFREEZE DEVICE OF LAYERS ROAD CLOTHES

E.A. Korotkov, K.S. Ivanov, I.A. Patkina

Abstract. The original production technology of the granulated heat-insulating materials on the basis of opal raw materials of regions of Ural federal district is developed and patented. High heat-insulating characteristics of new materials allow to use them for the device additional the morozozashchitnykh and the draining layers of road clothes. The results of laboratory researches of new material executed in cooperation with laboratory FAU "ROSDORNII", proving prospects of use of new materials in road construction are given in article. Additional argument in favor of introduction of new materials in road construction is possibility of potential expansion of a source of raw materials for their production in the south of the Tyumen region.

Keywords: a morozozashchitny layer of road clothes, the granulated heat-insulating material, диатомик, opal raw materials.

Коротков Евгений Анатольевич (Россия, г. Тюмень) – аспирант; Институт криосферы Земли Сибирского отделения Российской академии наук (625000, г. Тюмень, ул. Малыгина, 86, e-mail: the_djon@bk.ru).

Иванов Константин Сергеевич (Россия, г. Тюмень) – кандидат технических наук, старший научный сотрудник, Институт криосферы Земли Сибирского отделения Российской академии наук; АНО «Губернская академия» (625000, г. Тюмень, ул. Малыгина, 86, e-mail: e-mail: e-mail: 4terminator@mail.ru).

Паткина Инна Александровна (Россия, г. Москва) – кандидат технических наук, в.н.с. Федеральное автономное учреждение «Российский дорожный научно-исследовательский институт» (ФАУ «РОСДОРНИИ») (125493, Россия, г. Москва, ул. Смольная, 2, e-mail: lbkm@rosdornii.ru).

Korotkov Evgeniy Anatolievich (Russian Federation, Tyumen) – graduate student, Institute of the Earth's cryosphere of the Russian Academy of Sciences' Siberian branch (625000, Tyumen, Malygina St., 86, e-mail: the_djon@bk.ru).

Ivanov Konstantin Sergeevich (Russian Federation, Tyumen) – candidate of technical sciences, senior researcher, Institute of the Earth's cryosphere of the Russian Academy of Sciences' Siberian branch; ANO "Provincial Academy" (625000, Tyumen, Malygina St., 86, e-mail: e-mail: e-mail: 4terminator@mail.ru)

Patkina Inna Aleksandrovna (Russian Federation, Moscow) – candidate of technical sciences, Federal Autonomous Institution "Russian Road Research Institute" (FAI "ROSDORNII") (125493, Russia, Moscow, Smolnaya St., 2, e-mail: lbkm@rosdornii.ru).

УДК 630*383:625.7

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ НАСЫПЕЙ ЛЕСНЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ, СОДЕРЖАЩИХ УПРОЧНЯЮЩИЕ ПРОСЛОЙКИ С ТОРФЯНЫМИ ОСНОВАНИЯМИ

М.Т. Насковец, А.И. Драчиловский, М.Н. Дини

Белорусский государственный технологический университет, Беларусь, г. Минск.

Аннотация. В статье приведены теоретические основы взаимодействия насыпей с торфяными основаниями. Предложены новые конструкции лесных автомобильных дорог, содержащих прослойки из геосинтетических материалов и деревянных элементов, для использования на основаниях с низкой несущей способностью. Произведен расчет и проведены в соответствии с разработанной методикой испытания на экспериментальном стенде в грунтовом канале на кафедре лесных дорог и организации вывозки древесины. Возведение лесных автомобильных дорог при помощи предложенных технических решений позволит уменьшить проседание самой конструкции в грунтовое основание и не потребует создания каких-либо поперечных настилов для придания конструкции жесткости.

Ключевые слова: насыпь, торфяное основание, несущая способность, прослойки, геосинтетика.

Введение

Проектирование и строительство лесных дорог в Республике Беларусь осуществляется в рамках Программы строительства лесохозяйственных дорог в лесах Республики Беларусь в 2011–2015 годах.

Выполнение данной Программы позволит более полно осваивать лесные массивы в труднодоступных местах, увеличить объемы вывозки заготовленной древесины, сокращать транспортные расходы.

Взаимодействия насыпей с грунтовыми основаниями

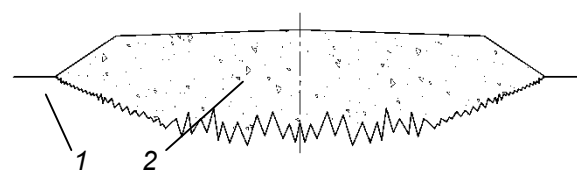
В последние годы в Республике Беларусь наблюдается увеличение объемов строительства автомобильных дорог на покрытых лесами территориях. Причем состав дорожно-транспортных сетей пополняется не только дорогами различных категорий круглогодочного действия, но и дорогами сезонного и временного предназначения. При проектировании дорог такого типа следует в значительной степени учитывать как региональные грунтово-гидрологические условия, где планируется их строительство, так и негативное влияние на эксплуатацию устроенных транспортных путей погодно-климатических факторов. Как правило, дорожные конструкции, предназначенные для функционирования в сложных условиях местности, должны содержать прослойки, способные повысить несущую способность грунтовых оснований [1].

В процессе эксплуатации лесных дорог при воздействии нагрузок от тяжелого подвижного состава происходит просадка и пе-

ремешивание грунта покрытия с основанием. Это приводит к образованию различного рода разрушений дорожных конструкций.

Одной из самых сложных задач является процесс строительства дорожных конструкций на слабых основаниях. Главные трудности в данном случае связаны с обеспечением стабильности дальнейшей работы земляного полотна [2].

В случае отсыпки грунта непосредственно на слабое основание (рис. 1), на границе взаимодействия происходит формирование различного рода зигзагообразных ломаных линий.



1 – слабое основание; 2 – отсыпaeмый грунт
Рис. 1. Вариант контакта насыпи со слабыми торфяными основаниями

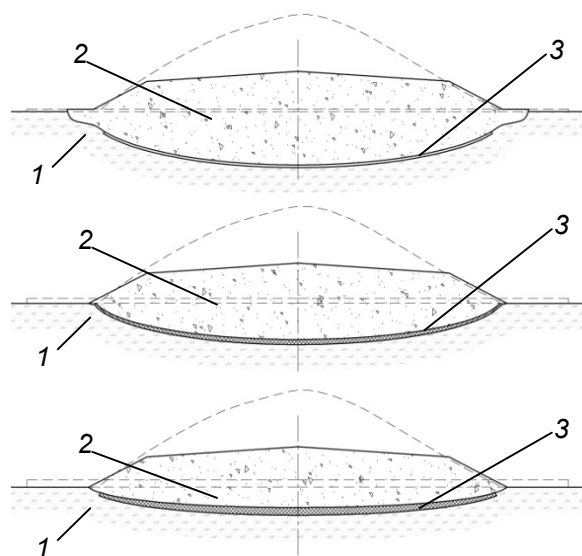
Во время отсыпки грунта насыпи на слабое основание происходит его неравномерное внедрение в основание. Насыпь в этом случае проседает из-за уплотнения грунта или выжимания его в стороны. Это приводит к деформации грунтового основания и как следствие разрушение дорожной конструкции.

В этой связи чтобы усилить слабые грунты основания и повысить их несущую способность устраиваются разделяющие и ар-

мирующие прослойки из геосинтетических материалов [3]. Укладка геосинтетики позволяет исключить проникновение минерального грунта в толщу слабого грунта. При этом важное значение имеет то, каким образом взаимодействует насыпь с поверхностью грунтового основания [4].

Уменьшить величину просадки и добиться более равномерной осадки грунта в основание можно путем применения геосинтетической прослойки (рис. 2). Величина просадки насыпи может быть уменьшена за счет применения материалов прослойки, характеризующихся различной жесткостью и степенью растяжения.

При этом взаимодействие насыпи и основания будет происходить по линиям равных сжимающих напряжений, т.е. линии прогиба (изобары) совпали с линиями равных напряжений. Также кривизна линий прогиба будет зависеть от прочностных характеристик, а также от несущей способности слабого основания [5].



1 – слабое грунтовое основание; 2 – отсыпаемый грунт; 3 – геотекстильная прослойка

Рис. 2. Варианты просадки грунтового основания при возведении лесных автомобильных дорог

При просадке насыпи будет происходить погружение ее части в основание и кроев прослойки, которое повлечет за собой выдавливание отсыпаемого грунта в стороны и смешивание его с грунтом основания, что также в дальнейшем приведет к разрушению дорожной конструкции.

Расчет и результаты экспериментальных исследований

Предотвратить смещение геотекстильного материала можно посредством пропуска-

ния через геотекстильную прослойку продольных деревянных элементов (рис. 3), которые будут также препятствовать ссыпанию в стороны с прослойки грунта насыпи: по поверхности слабого торфяного основания 1 раскатывается геосинтетический материал 2, в котором от краев на расстоянии не менее диаметра продольного элемента выполняют поперечные прорезы и пропускают через них деревянные продольные элементы 3. Прорезы выполняют таким образом, чтобы торцы продольных элементов выступали на 0,2–0,3 длины продольного элемента. По окончании формирования настила производят отсыпку грунта покрытия 4 с последующим уплотнением и планировкой.

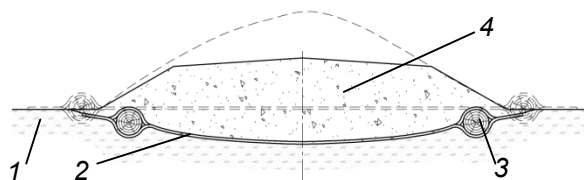


Рис. 3. Вариант устройства дорожной конструкции с использованием продольных деревянных элементов

Новым предлагаемым техническим решением для устройства дорожных конструкций на слабых грунтах является то, что начинать отсыпку грунта необходимо первоначально одновременно от обоих краев дорожной конструкции (рис. 4). Это в какой-то степени фиксирует края прослойки, а следовательно, предотвратит ее смещение к оси и уменьшит проседание всей конструкции при последующей отсыпке грунта по оси строящейся дороги.

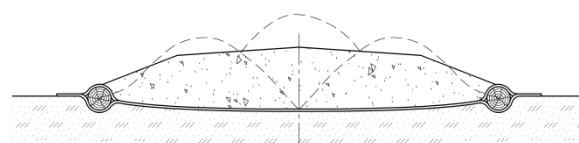


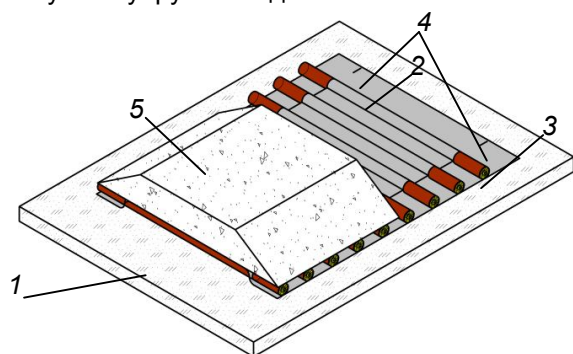
Рис. 4. Предлагаемый вариант отсыпки грунта при возведении дорожных конструкций на слабых основаниях

Чтобы обеспечить нормальную работу насыпи со слабым основанием, необходимо придать основанию насыпи жесткость и за счет этого она будет проседать в слабое грунтовое основание на одинаковую глубину по всей ее ширине. Придать жесткость основанию насыпи предлагается посредством формирования поперечного настила из деревянных элементов.

На кафедре лесных дорог и организации вывозки древесины УО «Белорусский государственный технологический университет» были разработаны дорожные конструкции с

использованием сплошного и разреженного поперечного настила [6,7].

Устройство дорожной конструкции на основе разреженного деревянного настила осуществляется следующим образом: по поверхности подготовленного основания из слабого грунта (рис. 5) раскатывают гибкую прослойку из синтетического текстильного материала с последующим выполнением в гибкой прослойке по ее длине с обеих сторон прорезей симметричных оси дороги. Укладка поперечных элементов производится путем их протаскивания через прорези в синтетическом текстильном материале до упора в него вершинных и комлевых частей. Затем поверх гибкой прослойки отсыпают слой насыпного грунта, обеспечивая после отсыпки слоя работу ее в упругой стадии.



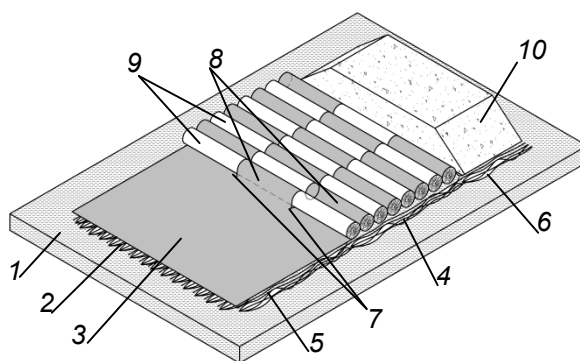
1 – основание из слабого грунта; 2 – гибкая прослойка из синтетического текстильного материала; 3 – поперечные элементы; 4 – прорези, симметричные оси дороги; 5 – слой насыпного грунта

Рис. 5. Общий вид способа устройства слани на болотах

Устройство дорожной конструкции на основе сплошного деревянного настила заключается в следующем: на автомобильной дороге, характеризующейся различной несущей способностью грунтов на слабое основание (рис. 6) укладывается хворостяная выстилка, поверх которой раскатывается геотекстильный материал. Затем на участке дороги, характеризующейся более низкой несущей способностью по отношению к предыдущему и последующему участкам, в геотекстильном материале устраиваются прорези с образованием полос на всем его протяжении. Таких полос должно быть как минимум 3. После чего поднимают вверх через одну каждую из полос и под ними пропускают элементы поперечного настила равные по ширине геотекстильного материала, которые доводят до упора в неразрезанный геотекстильный материал. Далее производят опускание поднят

тых полос и последующее поднятие смежных полос с аналогичным заведением следующего поперечного элемента в настил до упора в предыдущий элемент. Данный процесс продолжают до конца участка дороги с более низкой несущей способностью, на котором выполнены прорези, поверх устроенных участков дороги отсыпают грунт насыпи. По окончании формирования настила производят отсыпку грунта земляного полотна и устраивают дорожную одежду. Для более эффективного устройства покрытия элементы настила необходимо поочередно заводить с одной и с другой стороны в разнокомелицу.

Применение геосинтетической прослойки в настиле позволяет не допустить просыпание грунта насыпи между поперечными элементами с дальнейшим его смешиванием с грунтом основания.



1 – слабое основание; 2 – хворостяная выстилка; 3 – геотекстильный материал; 4 – участок дороги, характеризующийся более низкой несущей способностью по отношению к предыдущему 5 и последующему 6 участкам; 7 – прорези; 8 – полосы; 9 – поперечный элемент; 10 – земляное полотно

Рис. 6. Общий вид дорожной конструкции для устройства на участках с различной несущей способностью слабых грунтов

Для определения величины осадки были проведены теоретические исследования по изучению взаимодействия насыпей с торфяными основаниями.

Для оценки зависимости деформативности торфа предложено использовать формулу, предложенную М.А. Шапошниковым [8]:

$$S = \frac{\sigma_z}{E} H, \quad (1)$$

где σ_z – нагрузка, действующая на торф, МПа; E – модуль деформации торфа, МПа; H – глубина заложения торфа, м.

В данной формуле заменим:

$$S = \frac{\sigma_z}{E} H = \frac{gm}{BLE} H = \frac{gV\rho}{BLE} H = \frac{gBLH_i\rho}{BLE} H = \frac{gH_i\rho}{E} H.$$

где g – ускорение свободного падения, m/c^2 ; m – масса грунта насыпи, кг; B – ширина насыпи, м; L – погонный метр насыпи, м; V – объем грунта насыпи, m^3 ; ρ – плотность грунта насыпи, kg/m^3 .

В итоге получаем осадку торфа, зависящую от высоты насыпи и плотности грунта. Как показали исследования зависимости осадки торфяной залежи, основное влияние на нее оказывает модуль деформации, который зависит от влажности торфа. В данном случае связь между ними обратно пропорциональная. Как видно для расчета по полу-

ченной формуле величины осадки необходимо знать значение модуля деформации торфяного грунта. Данный параметр предлагается находить на основании лабораторных экспериментальных исследований.

Модуль деформации определялся с помощью рычажного пресса путём вдавливания штампа в специально подготовленный образец грунта с одновременным замером величины осадки штампа при данном удельном давлении.

В результате лабораторных исследований были получены аналитические зависимости модуля деформации торфяного грунта от его влажности (табл. 1) и построен график данной зависимости (рис. 7).

Таблица 1 – Аналитическая зависимость модуля деформации торфяного грунта от его влажности

Нагрузка p , МПа	Осадка штампа l , мм	Модуль деформации E , МПа	Влажность грунта W , %
0,08	2,655	1,21	85
0,08	2,620	1,22	85
0,08	2,590	1,24	85
0,08	2,955	1,08	150
0,08	2,980	1,07	150
0,08	2,890	1,11	150
0,08	3,200	1,00	178
0,08	3,150	1,02	178
0,08	3,270	0,98	178
0,08	3,350	0,96	195
0,08	3,410	0,94	195
0,08	3,380	0,95	195
0,08	3,550	0,90	210
0,08	3,610	0,89	210
0,08	3,570	0,90	210
0,08	3,920	0,82	230
0,08	3,850	0,83	230
0,08	3,810	0,84	230

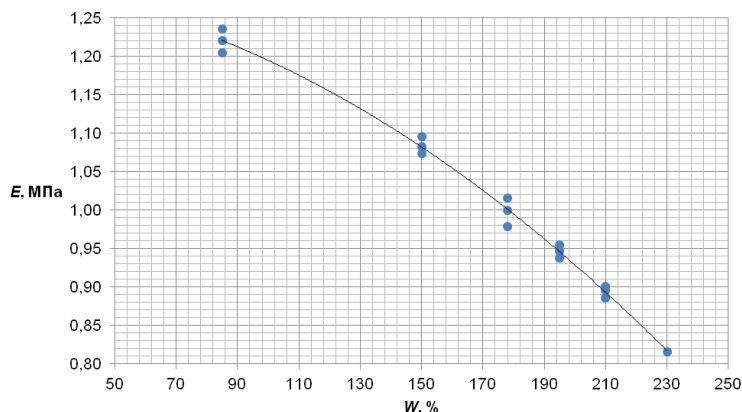


Рис. 7. Графическая зависимость модуля деформации торфяного грунта от его влажности

Выводы

1. Разработаны способы устройства лесных автомобильных дорог на основаниях с низкой несущей способностью грунтов, позволяющие равномерно распределять передаваемые нагрузки от насыпей через упрочняющие прослойки на слабые основания. Предложенные конструкции лесных дорог позволяют снизить объемы земляных работ на 20% и на 25–30 % повысить несущую способность, а также заменить дорогостоящие дорожно-строительные материалы на местные грунты, а также эффективно применять геосинтетические материалы.

2. На основании учета воздействия параметров насыпного грунта дорожных конструкций установлена зависимость определения величины осадки торфа при воздействии на него вертикальных нагрузок, которая обратно пропорциональна модулю деформации торфяной залежи и зависит от его влажности, что позволяет прогнозировать процесс консолидации насыпей, содержащих упрочняющие прослойки.

3. Полученная экспериментальным путем в процессе исследования изменения деформационного состояния торфяного грунта зависимость, позволяет устанавливать граничные условия применения различных типов дорожных конструкций.

Библиографический список

1. ТКП 500-2013 (02080) Лесные автомобильные дороги. Нормы проектирования и правила устройства.
2. Яромко, В.Н. Дорожные насыпи на болотных грунтах. Научные основы ускоренных методов проектирования и строительства / В.Н. Яромко. – Мн.: 1998. – 400 с.
3. Тюрин, В.И. Вопросы применения геосинтетических материалов в дорожных конструкциях при проектировании автомобильных дорог / В.И. Тюрин // Дороги. Инновации в строительстве. – 2011. – № 7. – С. 22 – 27.
4. Вырко, Н.П. Строительство и эксплуатация лесовозных дорог: учебник для студентов специальности «Лесоинженерное дело» / Н.П. Вырко. – Мн.: БГТУ, 2005. – 446 с.
5. Бабков, В.Ф. Основы грунтоведения и механики грунтов / В.Ф. Бабков, В.М. Безрук. – М.: Высшая школа, 1986. – 239 с.
6. Пат. 8708 Республика Беларусь, 8708, МПК E01C 3/00. Способ устройства слани на болотах / П.А. Лыщик, М.Т. Насковец, Л.Ч. Станкевич, С. В. Красковский – №а20040020; заяв. 13.01.2005; опубл. 30.12.2006 Бюл. №6.
7. Пат. 13311 Республика Беларусь, 13311, МПК E01C 9/00. Способ устройства дорожной конструкции на слабых грунтах / М.Т. Насковец, Е.И.

Бавбель – №а20081100; заяв. 21.08.2008; опубл. 30.06.2010 Бюл. №3.

8. Шапошников, М.А. Транспортное освоение заболоченных лесов / М.А. Шапошников. – М.: Лесная промышленность, 1971. – 192 с.

THEORY OF INTERACTION MOUND FOREST AUTOMOBILE ROADS CONTAINING EINFORCING INTERLAYER WITH PEAT GROUNDS

M.T. Naskovets, A.I. Drachylovskiy, M.N. Dini

Abstract. The article presents the theoretical bases of interaction with mounds of peat bases. New constructions of forest roads of mobile auto-containing layers of geosynthetic materials and de-roaring elements, for use in the grounds with low bearing capacity. The calculation and conducted in accordance with the testing procedures on the test bench in the ground channel in the department of forest roads and the organization of wood removals. The construction of forest roads using the proposed technical solutions will reduce the sagging of the design in the subsoil, and does not require consciousness of any cross-decking length giving structure rigidity.

Keywords: the mound, peat grounds, carrying capacity, layer, geosynthetics.

References

1. ТКП 500-2013 (02080) Лесные автомобильные дороги. Нормы проектирования и правила устройства [TKP 500-2013 (02080) Forest roads. Design standards and rules of the device].
2. Jaromko, V.N. *Dorozhnye nasypi na bolotnyh gruntah. Nauchnye osnovy uskorenykh metodov proektirovaniya i stroitel'stva* [Road embankment on marshy soils. Scientific basis for accelerated methods of design and construction]. Minsk, 1998. 400 p.
3. Tjurin V.I. *Voprosy primenenija geosinte-ticheskikh materialov v dorozhnyh konstrukcijah pri proektirovanii avtomobil'nyh dorog* [The application of geosynthetics in road constructions in the design of roads]. *Dorogi. Innovacii v stroitel'stve*, 2011, no 7. pp. 22 – 27.
4. Vyrko N.P. *Stroitel'stvo i jekspluatacija lesovoznyh dorog: uchebnik dlja studentov speci-al'nosti «Lesoinzhenernoe delo»* [Construction and maintenance of forest roads: the textbook for students of specialty "Forest Engineering"]. Minsk, BGTU, 2005. 446 p.
5. Babkov V.F., Bezruk V.M. *Osnovy gruntovedenija i mehaniki gruntov* [Fundamentals of Soil and Soil Mechanics]. Moscow, Vys-shaja shkola, 1986. 239 p.
6. Lyshhik P.A., Naskovec M.T., Stankevich L.Ch., Kraskovskij S.V. *Sposob ustrojstva slani na bolotah* [Method devices slany in swamps]. Patent Respublika Belarus', no a20040020, 2006.
7. Naskovec M.T., Bavbel' E.I. *Sposob ustrojstva dorozhnoj konstrukcii na slabyh gruntah* [The method of road construction on soft ground]. Patent Respublika Belarus', no a20081100, 2010.
8. Shaposhnikov M.A. *Transportnoe osvoenie zabolochennyh lesov* [Transport development of wetland forests]. Moscow, Lesaja promyshlennost', 1971. 192 p.

Насковец Михаил Трофимович (Республика Беларусь, г. Минск) – кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой лесных дорог и организации вывозки древесины; Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, e-mail: naskovets@belstu.by).

Драчиловский Александр Иванович (Республика Беларусь, г. Минск) – ассистент кафедры лесных дорог и организации вывозки древесины; Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова 13а, e-mail: drachilovskii@belstu.by).

Дини Мортеза Носрат (Республика Беларусь, г. Минск) – аспирант кафедры лесных дорог и организации вывозки древесины; Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова 13а, e-mail: dini@belstu.by).

Naskovets Mikhail Trofimovich (Republic of Belarus, Minsk) – candidate of technical sciences, the associate professor, the head of the department of forest roads and the organization of removal of wood. Belarusian state technological university (220006, Minsk, Sverdlov St., 13a, e-mail: naskovets@belstu.by).

Drachilovsky Alexander Ivanovich (Republic of Belarus, Minsk) – the assistant to chair of forest roads and the organization of removal of wood. Belarusian state technological university (220006, Minsk, Sverdlov St. 13a, e-mail: drachilovskii@belstu.by).

Dini Morteza Nosrat (Republic of Belarus, Minsk) – the graduate student of chair of forest roads and the organization of removal of wood. Belarusian state technological university (220006, Minsk, Sverdlov St. 13a, e-mail: dini@belstu.by).

УДК 62-294.2

ИЗГОТОВЛЕНИЕ ФОРМООБРАЗУЮЩИХ ДЕТАЛЕЙ ПРЕСС-ФОРМ ИЗ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Н.С. Першин¹, М.С. Чепчуров¹

¹Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова «БГТУ им. В.Г. Шухова», Белгород, Россия.

Аннотация. Рассматривается процесс отливки полипропилена в пресс-форму, изготовленную из металлополимера. В статье приводится теоретическое и практическое обоснование возможности применения формообразующих элементов пресс-форм из металлополимеров. Приводятся результаты моделирования процесса литья в программной среде и даётся анализ полученных данных. Описываются результаты применения матрицы из композитных материалов в условиях реального производства. Сделаны выводы о возможности изготовления формообразующих деталей пресс-форм из композитных материалов.

Ключевые слова: композитные материалы, металлополимер, пресс-форма, отливка деталей из пластмасс, каналы охлаждения, матрица, компьютерное моделирование.

Введение

Наибольшая трудоёмкость приходится на изготовление формообразующих деталей пресс-форм. Это связано с тем, что они, чаще всего, имеют сложную конфигурацию, требующую значительных затрат как машинного времени, так и ручного труда на выполнение доводочных операций [1,2]. Выполнено исследование по определению возможности замены дорогостоящих пресс-форм из металлов на более дешёвые формы из композитов.

Получение формообразующих деталей пресс-форм из композиционных материалов

Материалом формообразующих деталей являются в соответствии с требованиями

ГОСТ 27358-87, высококачественные стали, имеющие высокую прочность, и обладающие определённой коррозионной стойкостью. Шероховатость поверхностей формообразующих деталей составляет 0,025 мкм по Ra, хотя допускается шероховатость до Ra ≤ 0,40 мкм [1, 3]. Если есть необходимость отливать детали в количестве до 10 тыс. шт. только литьём под давлением с использованием пресс-форм, то изделие имеет высокую стоимость, ввиду значительных затрат на получение формообразующих деталей. Используемые в настоящее время 3-D принтеры для получения изделий из полимеров не обеспечивают хорошего соотношения цена/качество, по этой причине они не используются для се-

рийного выпуска изделий из полимеров. Снижение стоимости изделий при выпуске небольшой партии, по мнению авторов, целесообразно при использовании технологий, обеспечивающих сравнительно небольшие затраты на получение формообразующих деталей. С этой целью авторами были проведены эксперименты по получению формообразующих деталей пресс-форм из композитных материалов, матрицей которых является эпоксидно-диеновый полимер, а наполнителями: закалённая сталь (высокой твёрдости), алюминий, титан [4,5]. Подбор композиций осуществляется из условия термостойкости [1], так как в качестве материала изделия, полученного в пресс-форме, был выбран полипропилен марки ПП0030, имеющий температуру кристаллизации 150°C, а расплав полимера, впрыскиваемый в пресс-форму имеет температуру до 250°C. Измерение твёрдости, выбранных по температуростойкости материалов показали, что она составляет порядка 30 единиц HRCэ, что согласно требованиям [3] недопустимо, но и расчёты в стандарте выполнены для партии не менее 180 тыс. деталей, а цель эксперимента получить не более 10 тыс. деталей, следовательно заявленная твёрдость может обеспечить требуемую стойкость. Предварительно проведённый эксперимент с формообразующей деталью, имеющий стойкость не более 10 единиц показал возможность получения партии изделий более 10 тыс. шт. из поликарбоната, хотя согласно рекомендации [6] при твёрдости до 45 HRCэ наработка на отказ должна составлять 11,5 тыс. деталей для пресс-форм второй категории сложности. Испытание материала для формообразующих деталей в печи, с прогревом до (150-200) °C показало, что при температуре выше 150°C изделие теряет жёсткость и возможно искажение размеров детали, получаемой в пресс-форме.

Для оценки возможности получения изделия в пресс-форме с формообразующими элементами из композитного материала было выполнено моделирование процесса литья с использованием специального программного средства MoldFlow Plastic Insight V.3. [7,8]. В качестве модели было выбрано изделие, которое в последствии можно было бы получить в реальной пресс-форме. Материалом изделия является полипропилен производст-

ва компании Shell, выпускаемый под торговой маркой 7C43H, аналогичный материалам, выпускаемыми российскими производителями с рекомендуемой температурой расплава 230°C. В качестве инжекционной машины выбрана – BA1300/400BK Battenfeld, с объёмом впрыска 107см³, диаметром шнека –40мм, усилием запирания 132 тony. В качестве материала пресс-формы выбран алюминиевый сплав. На рисунке 1 представлены результаты моделирования по распределению давления в полости пресс-формы. Максимальное давление задаётся в точке впрыска пресс-формы и тогда можно считать, что площадь, на которую действует это давление равна площади сечения канала литника. На рисунке 2 представлены результаты по определению смещений в полученной детали под действием давления расплава в полости пресс-формы, а также в зависимости от коэффициента усадки материала. Данные на рисунке 2 недостаточно, для того, чтобы оценить деформации самого материала формообразующих. Разработчик ПО поместил в базу данных материалов формообразующих деталей только те материалы, которые вызывают минимальные деформации, следовательно, требуются дополнительные расчёты предполагаемой величины деформации для металлополимерной формообразующей. Для этого воспользуемся более простыми пакетами KЭ-ELCUT. С учётом площади нагрузки и $E=4,5 \times 10^8$ выполнены расчёты, результаты которых приведены на рисунке 3.

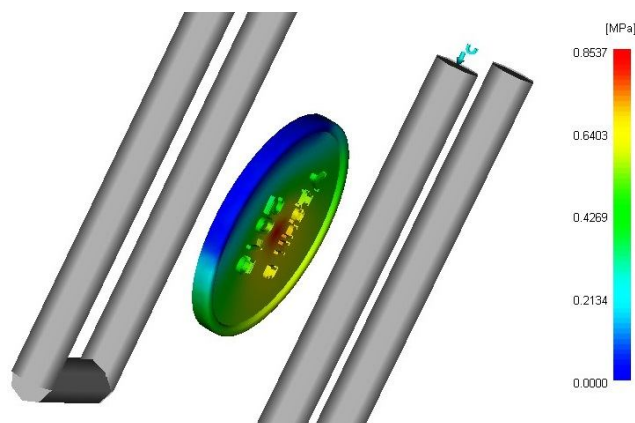


Рис. 1. Распределение давления в полости пресс-формы

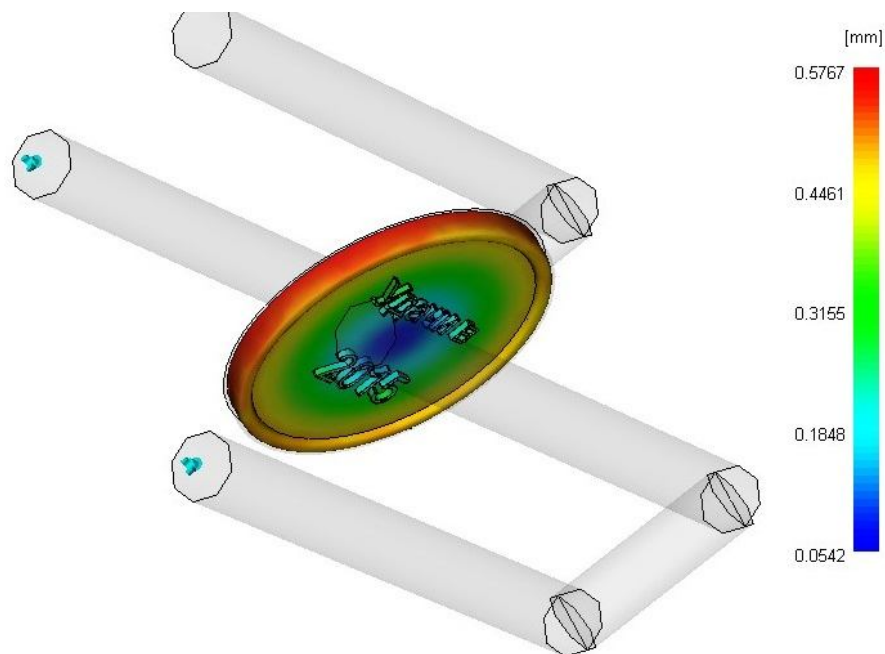


Рис. 2. Деформации в изделии, полученном в пресс-форме из алюминиевого сплава

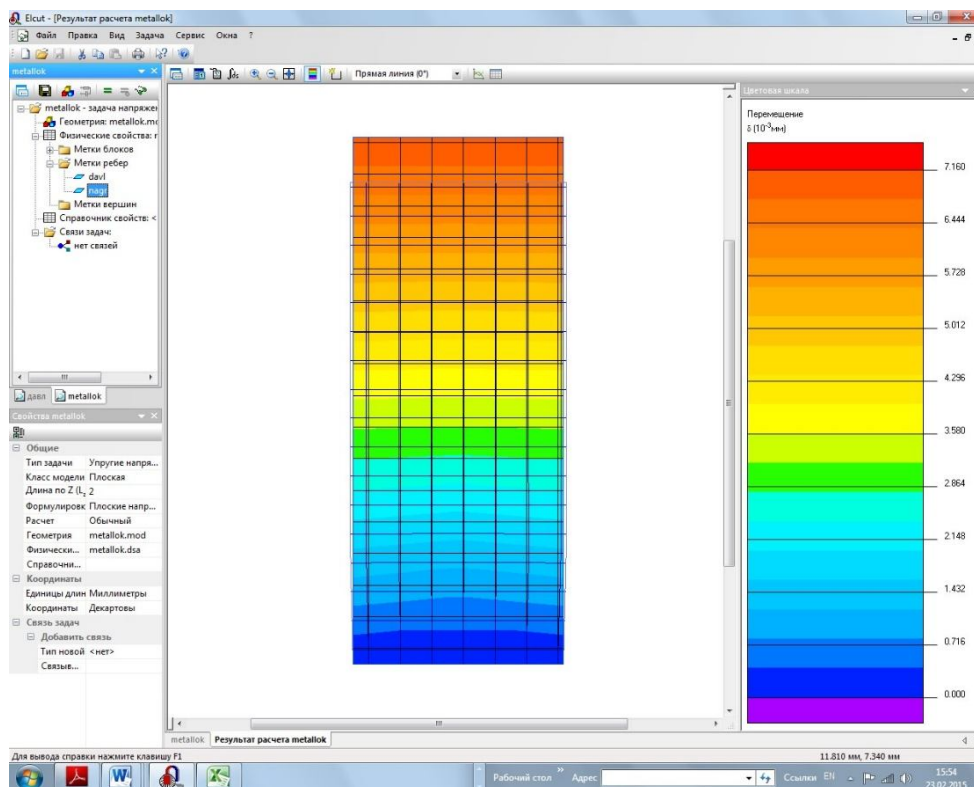


Рис. 3. Результаты моделирования деформаций в металлополимерной детали

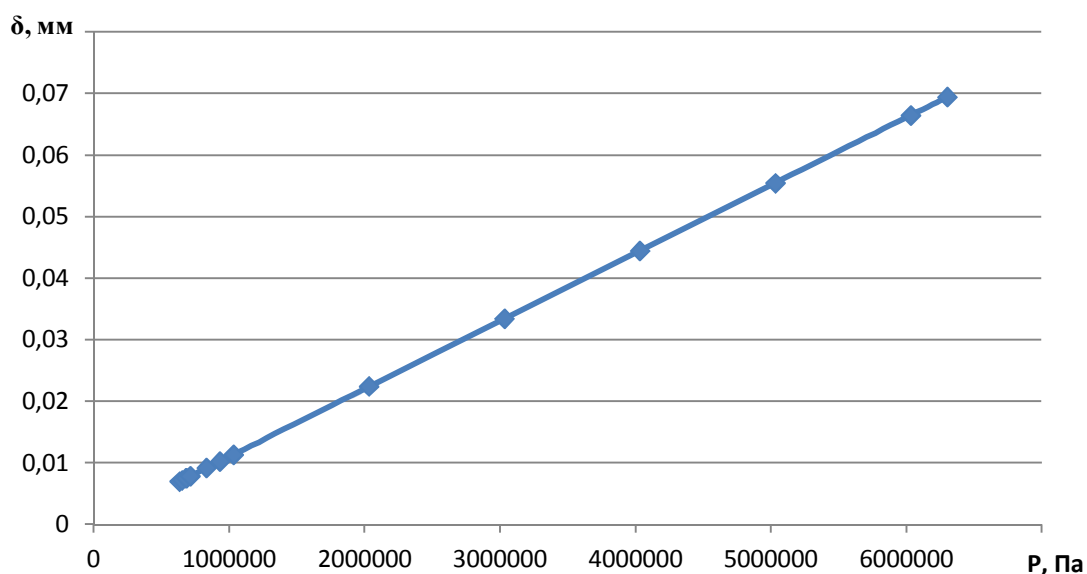


Рис. 4. График зависимости величины смещения (δ) поверхности формообразующей от давления в полости пресс-формы

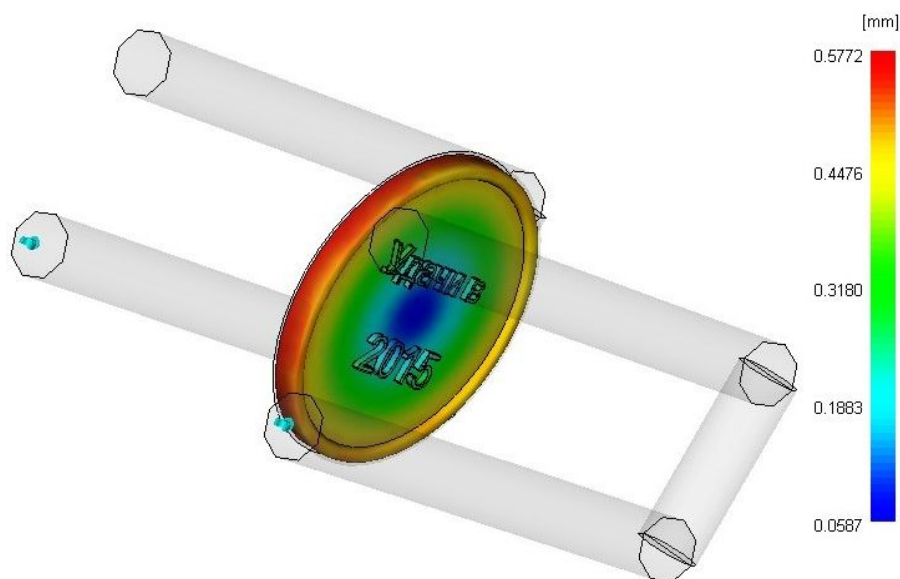


Рис. 5. Деформации в изделии, полученном в пресс-форме из металлополимера

Выполненные расчёты для различных значений давления расплава представлены на рисунке 4 в виде графика, анализ которого показывает, что график имеет линейную зависимость, а критические деформации более 0,01мм при давлении 0,93 МПа.

Деформации изделия в пресс-форме с формообразующими из композитных мате-

риалов, представлены на рисунке 5. Сравнение результатов показывает, что при одинаковых условиях и свойствах материала, максимальные величины деформаций для алюминиевой формы меньше 0,0005мм, что не оказывает влияния на точность получаемого изделия.



Рис. 6. Отливка изделия из полипропилена в металлополимерной матрице

После получения теоретического доказательства отсутствия значительных деформаций в полости пресс-формы, авторы провели эксперимент по получению изделий в пресс-форме, формообразующие элементы которых выполнены из металлополимеров.

Для получения формообразующих элементов методом 3D печати была получена модель изделия из ABS – пластика с учётом последующей усадки на 1,75% (для полипропилена), затем был получен оттиск модели в подготовленной матрице пресс-формы. После 48 часов пресс-форма установлена на литьевую машину и было получено около 100 отливок изделий. Установлено что износа элементов (рису 6) нет. На основании чего можно сделать вывод о применимости металлополимеров для получения формообразующих деталей пресс-форм, ввиду отсутствия деформаций формообразующих поверхностей и износа при изготовлении небольших партий деталей.

Заключение

Моделирование и опытное формование показали возможность изготовления формообразующих деталей пресс-форм из металлополимеров. Полученные закономерности смещения поверхностей формообразующих в зависимости от величины давления в полости пресс-форма при впрыске расплава позволяют спрогнозировать величину усадки изделия не только от свойств термопласта, но и материала формообразующих деталей пресс-формы.

Результаты исследований получены при выполнении гранта: «Проект ПСР № 2011-ПР-146», договор № А-7/14 от 10.04.2014 г.

Библиографический список

1. Пантелеев, А.П. Справочник по реконструированию оснастки для переработки пластмасс. / А.П. Пантелеев, Ю.М. Швецов, И.А. Горячев. – М.: Издательство «Машиностроение», 1986. – 399 с.
2. Гастров, Г. Конструирование литьевых пресс-форм в 130 примерах / Э. Линдер, П. Унгер; под ред. А.П. Пантелеева, А.А. Пантелеева. – СПб.: Профессия, 2006. – 336 с.
3. Чепчуров, М.С. Бесконтактный способ контроля шероховатости поверхности деталей пресс-форм / М.С. Чепчуров, Ю.А. Афанасова // Технология машиностроения. – 2009. – 18 с.
4. Металлополимеры «ЛЕО». – М.: Издательство «ЗАО Металлополимерные материалы ЛЕО», 2013. – 33 с.
5. Мини-каталог химии WEICON. – М.: Издательство «Офис ЮМП», 2013. – 20 с.
6. ГОСТ 27358-87 Пресс-формы для изготовления изделий из пластмасс. Общие технические условия. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2004. – 16 с.
7. Барвинский, И.А. Autodesk simulation MoldFlow insight 2013: Компьютерный анализ литья пластмасс / И.А. Барвинский. – М.: Изд-во КомпьютерПресс, 2012. – 45 с.
8. Барвинский, И.А. Компьютерный анализ литья пластмасс: принципы эффективности / И.А. Барвинский // «САПР и графика». – 2012. – С. 25-29.

MANUFACTURING THE FORMATIVE MOLD PARTS OF COMPOSITE MATERIALS

N.S. Pershin, M.S. Chepchurov

Abstract. Considers the process casting polypropylene into a mold made of metallopolymers. The article presents theoretical and practical justification for the possibility of applying the formative elements of molds metallopolymers. Presents the results the simulation of casting process in the software environment and gives an analysis of the data. Are described results of the application a matrix of composite materials in a real production. Conclusions are drawn on the possibility of manufacturing the formative mold parts made of composite materials.

Keywords: composite materials, metallopolimer, Injection mold, molding of plastic parts, cooling channels, matrix, computer modeling.

References

1. Panteleev A.P., Shvecov Ju.M., Gorjachev I.A. *Spravochnik po rekonst-ruirovaniju osnastki dlja pererabotki plastmass*. [Handbook of reconstructing equipment for plastics processing.]. Moscow, Izdatel'stvo «Mashinostroenie», 1986. 399 p.

2. Gastrov G. *Konstruirovanie lit'evykh press-form v 130 primerah* [Construction of injection molds in 130 examples]. Je. Linder, P. Unger; pod red. A.P. Panteleeva, A.A. Panteleeva. St. Petersburg, Professija, 2006. 336 p.

3. Chepchurov M.S., Afanaskova Ju.A. *Beskontaktnyj sposob kontrolja sherohovatosti poverhnosti detalej press-form* [Non-contact method of controlling the surface roughness of molds]. *Tehnologija mashinostroenija*, 2009, 18 p.

4. *Metallopolimery «LEO»*. [Metallopolymers "Leo"] Moscow, Izda-tel'stvo «ZAO Metallopolimernye materialy LEO», 2013. 33 p.

5. *Mini-katalog himii WEICON* [Mini catalog Chemistry WEICON]. Moscow, Izda-tel'stvo «Ofis JuMP», 2013. 20 p.

6. *GOST 27358-87 Press-formy dlja izgo-tovlenija izdelij iz plastmass. Obshhie tehicheskie uslovija* [State standard 27358-87. Press moulds for manufacturing of plastic articles. General specifications]. Moscow, IPK Izdate'l'stvo standartov, 2004. 16 p.

7. Barvinskij I.A. *Autodesk simulation MoldFlow insight 2013: Komp'juternyj analiz lit'ja plastmass* [Au-

todesk simulation MoldFlow insight 2013]. Moscow, Izd-vo Komp'juterPress, 2012. 45 p.

8. Barvinskij I.A. *Komp'juternyj analiz lit'ja plastmass: principy jeffektivnosti* [Computer analysis of the casting of plastics: the principles of efficiency]. «SAPR i grafika», 2012, pp. 25-29.

Першин Николай Сергеевич (Россия, г. Белгород) – директор ООО «Инновационно прикладные системы» (308012, г. Белгород, ул. Костюкова 46, e-mail: pershin26@yandex.ru).

Челчуров Михаил Сергеевич (Россия, г. Белгород) – доктор технических наук, профессор БГТУ им. В.Г. Шухова (308012, г. Белгород, ул. Костюкова 46, e-mail: avtpost@mail.ru).

Pershin Nikolay Sergeevich (Russian Federation, Belgorod) – the director of LLC «Innovative application systems» (308012, Belgorod, Kostyukova st. 46. e-mail: pershin26@yandex.ru).

Chepchurov Mikhail Sergeevich (Russian Federation, Belgorod) – doctor of technical science, professor of BSTU named after V.G. Shukhov (308012, Belgorod, Kostyukova st. 46. e-mail: avtpost@mail.ru).

УДК 627.824.528.48:658.562

О РЕГЛАМЕНТАЦИИ ТОЧНОСТИ ВЫСОТНОГО ПОЛОЖЕНИЯ ОСНОВАНИЙ И ПОКРЫТИЙ ВЗЛЕТНО-ПОСАДОЧНЫХ ПОЛОС АЭРОДРОМОВ В НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТАХ

Ю.В. Столбов¹, С.Ю. Столбова¹, Р.В. Зотов¹, А.А. Побережный²

¹ФГБОУ ВПО «СибАДИ», Россия, г. Омск;

²Югорский государственный университет, Россия, г. Ханты-Мансийск.

Аннотации. *Выполнен анализ регламентации точности высотного положения оснований и покрытий взлетно-посадочных полос аэродромов при их строительстве в нормативных документах. Приведены нормы точности высотного положения оснований и покрытий для всех категорий взлетно-посадочных полос аэродромов: отклонения фактических высотных отметок по оси каждого ряда от проектных, отклонения поперечных уклонов каждого ряда от проектных и значения алгебраических разностей (амплитуд) высотных отметок по оси ряда, с доверительными вероятностями $P=0,95$ или $P=0,9$. Отмечены недостатки по нормированию точности высотного положения оснований и покрытий взлетно-посадочных полос аэродромов в нормативных документах. Предложено налаживание технологических процессов при устройстве их оснований и покрытий выполнять не по предельным, а по среднеквадратическим отклонениям с доверительными вероятностями $P=0,95$ или $P=0,9$.*

Ключевые слова: *точность, высотные отметки, поперечные уклоны, амплитуды высотных отметок, основания и покрытия, взлетно-посадочные полосы аэродромов.*

Введение

Точность геометрических параметров конструкций возводимых зданий и сооружений является одним из основных показателей качества современного строительства.

При проектировании зданий и сооружений и их отдельных элементов, разработке тех-

нологии изготовления элементов и возведения зданий и сооружений следует предусматривать, а в производстве - применять необходимые средства и правила технологического обеспечения точности, согласно ГОСТ 21778-81[1].

Для взлетно-посадочных полос аэродромов одним из показателей качества строительства является точность высотного положения поверхностей их оснований и покрытий. Основными характеристиками точности высотного положения поверхностей оснований и покрытий являются: допускаемые отклонения высотных отметок по оси каждого ряда от проектных, поперечных уклонов каждого ряда от проектных и значения алгебраических разностей (амплитуд) высотных отметок по оси ряда (точек отстоящих друг друга на расстоянии 5,10 и 20м), то есть при шагах нивелирования 5,10 и 20м.

Показатели точности геометрических параметров конструктивных слоев оснований и покрытий взлетно-посадочных полос аэродромов приведены в СНиП 32-03-96 [2], где при приемке выполненных работ по устройству конструктивных слоев оснований и покрытий взлетно-посадочных полос аэродромов рекомендуется определение высотных отметок путем нивелирования с шагом 5м. В этом нормативном документе и межгосударственном стандарте ГОСТ 30416-96 [3], на основе полученных высотных отметок, рекомендовано вычислять алгебраические разности (амплитуды) отметок точек конструктивных слоев оснований и покрытий аэродромов.

В таблице 8 СНиП 32-03-96 [2], приведены значения нормативных требований к конструктивным элементам, видам работ и контролируемым параметрам для двух групп категорий аэродромных покрытий по нормативным нагрузкам:

- 1) первая группа в/к (внекатегорийная), I, II, и III категории;
- 2) вторая групп IV, V и VI категории.

На точность высотного положения конструктивных слоев взлетно-посадочных полос аэродромов оказывают влияние погрешности строительных и разбивочных работ. Дифференцированных норм точности на разбивочные работы, в СНиП 32-03-96, нет.

Рассмотрим обоснованность регламентируемых норм точности высотного положения в нормативных документах.

Обоснование точности высотного положения оснований и покрытий взлетно-посадочных полос аэродромов

Согласно СНиП 32-03-96 [2], для всех слоев искусственных оснований и покрытий высотные отметки по оси каждого ряда для первой группы (в/к, I, II, и III) категорий аэродромов по нормативным нагрузкам не более 5%, а для второй группы (IV, V и VI) категорий аэродромов по нормативным нагрузкам не более 10% результатов определений могут

иметь отклонения от проектных значений до ± 15 мм, остальные – до ± 5 мм.

Поперечные уклоны каждого ряда для первой группы категорий аэродромов по нормативным нагрузкам не более 5%, а для второй группы категорий по нормативным нагрузкам аэродромов не более 10% могут иметь отклонения от проектных до $\pm 0,005$, а остальные – до $\pm 0,002$ (но не выше норм годности).

Алгебраические разности (амплитуды) высотных отметок покрытия по оси ряда (точек, отстоящих друг от друга на расстоянии 5,10 и 20м) могут иметь не более 5% результатов определений:

- 1) для первой группы (в/к, I, II, и III) категорий аэродромов по нормативным нагрузкам соответственно до 10, 16, 24мм, остальные – до 5, 8, 16мм;
- 2) для второй группы (IV, V и VI) категорий аэродромов по нормативным нагрузкам соответственно до 14, 20, 28мм, остальные – до 8, 12, 16мм.

Анализируя, приведенные в СНиП 32-03-96 [2], допускаемые отклонения высотного положения оснований и покрытий взлетно-посадочных полос аэродромов от проектных, можно констатировать, что в процессе строительства, приемки и оценки качества работ должны быть обоснованные нормы точности устройства их конструктивных слоев с доверительными вероятностями $P=0,95$ или $P=0,9$.

Для обеспечения допускаемых отклонений (предельных погрешностей) с доверительными вероятностями необходимо определить значения среднеквадратических погрешностей технологических процессов при устройстве конструктивных слоев оснований и покрытий взлетно-посадочных полос аэродромов.

Значения среднеквадратических погрешностей высотного положения поверхностей оснований и покрытий определяем по выражению:

$$m_H = \delta_H / t, \quad (1)$$

где δ_H - нормативное значение допускаемого отклонения (предельная погрешность); t – нормируемый множитель при переходе от предельных погрешностей к среднеквадратическим (при $P=0,95$; $t=2,0$; при $P=0,90$; $t=1,645$).

При математической обработке результатов определений высотных отметок следует исключить грубые погрешности. Для этого необходимо знать законы распределения по-

грешностей технологических процессов устройства оснований и покрытий взлетно-посадочных полос аэродромов.

В курсах теории вероятностей и математической статистики [4], теории математической обработки геодезических измерений [5], полученные результаты считаются грубыми, при нормальном законе распределения, если их значения превышают $3m$ (согласно правила «трех сигм»). При устройстве оснований и покрытий взлетно-посадочных полос аэродромов нужны обоснованные нормы точности на геодезические работы. Обоснование норм точности для геодезических контрольных измерений при строительстве зданий и сооружений изложено в работах [6,7,8].

Исследование точности высотного положения взлетно-посадочных полос аэродромов показали [9], что погрешности при устройстве их оснований и покрытий соответствуют нормальному закону распределения. Следовательно, полученные результаты определений высотных отметок по оси каждого ряда, поперечных уклонов каждого ряда и значения алгебраических разностей (амплитуд) высотных отметок будут грубыми, если они превышают $3m$. Значения среднеквадратических погрешностей отклонения высотных отметок по оси каждого ряда от проектных для первой группы (в/к, I, II, и III) категорий аэродромов по нормативным нагрузкам, при доверительной вероятности $P=0,95$, будут $m_H=5/2,0=\pm 2,50$ мм, а для второй группы (IV, V и VI) категорий, с доверительной вероятностью $P=0,9$ будут $m_H=5/1,645=\pm 3,04$ мм. Тогда грубыми погрешностями будут: более $\delta_H=2,50*3=\pm 7,5$ мм для первой группы категорий аэродромов, а для второй группы категорий аэродромов будут более $\delta_H=3,04*3=\pm 9,1$ мм, но не $\delta_H=\pm 15$ мм, согласно СНиП 32-03-96. Значение среднеквадратических отклонений (погрешностей) поперечных уклонов каждого ряда от проектных для первой группы категорий аэродромов по нормативным нагрузкам, при $P=0,95$, будут $m_H=0,002/2,0=\pm 0,001$, а для второй группы категорий аэродромов по нормативным нагрузкам, при $P=0,9$ будут $m_H=0,002/1,645=\pm 0,0013$. Тогда грубыми погрешностями будут: более $\delta_H=0,001*3=\pm 0,003$ для первой группы категорий аэродромов, а для второй группы категорий аэродромов более $\delta_H=0,0013*3=\pm 0,004$, но не $\delta_H=\pm 0,005$, согласно СНиП 32-03-96 [2].

Нормированные значения среднеквадратических отклонений алгебраических разностей (амплитуд) высотных отметок по оси ряда (точек отстоящих друг от друга на рас-

стоянии 5,10 и 20м) при доверительной вероятности $P=0,95$, согласно СНиП 32-03-96 [2], соответственно будут: для первой группы категорий аэродромов $m_H=\pm 2,5; 4,0; 8$ мм, а для второй группы категорий аэродромов $m_H=\pm 4,0; 6,0; 8$ мм.

Тогда грубыми отклонениями амплитуд высотных отметок по оси ряда от нормируемых, согласно СНиП 32-03-96 [2], будут для первой группы категорий аэродромов соответственно более $\delta_H=7,5$ мм; 12 мм; 24 мм, а для второй группы категорий аэродромов более $\delta_H=12$ мм; 18 мм и 24 мм.

При шаге нивелирования через 5 и 10м поверхностей оснований и покрытий взлетно-посадочных полос первой группы категорий аэродромов с грубыми отклонениями амплитуд от нормируемых будут соответственно не более 10 и 16 мм, а более 7,5 и 12 мм; для второй группы категории аэродромов не более 14 и 20 мм, а более 12 и 18 мм. При шаге нивелирования через 20м для первой группы категорий аэродромов грубыми будут значения более 24 мм, что совпадает с нормируемыми значениями в СНиП 32-03-96 [2], а для второй группы категории аэродромов грубыми будут значения не более 28 мм, а более 24 мм. Следовательно, приведенные значения допускаемых отклонений у 5% и 10% результатов определений высотных отметок по оси рядов, поперечных уклонов каждого ряда и отклонений значений амплитуд от нормируемых у 5% для всех категорий аэродромов по нормативным нагрузкам, противоречат основным положениям теории вероятностей и математической статистики, а также теории математической обработки геодезических измерений.

С 1.01.2013 года Минрегион России ввел в действие актуализированную редакцию СНиП 32-03-96 – свод правил СП 121.13330.2012 [10]. Согласно, письма от 15.08.2011 года №18529-08 ИП-ОГ директора департамента архитектуры, строительства и градостроительной политики, - «актуализированные своды правил не отменяют действия предыдущих сводов правил. Их замена будет произведена путем внесения изменений в указанные перечни. Срок переходного периода будет установлен дополнительно».

Следовательно, в настоящее время, СП 121.13330.2012 и СНиП 32-03-96, являются действующими нормативными документами по регламентации точности строительства взлетно-посадочных полос аэродромов. Каким нормативным документом руководствоваться при строительстве определяет заказчик.

В СП 121.13330.2012 [10], значения характеристик точности высотного положения оснований и покрытий взлетно-посадочных полос для всех категорий аэродромов аналогичны в СНиП 32-03-96 [2], только как для первой группы (в/к, I, II, и III) категорий взлетно-посадочных полос аэродромов.

Заключение

Отмеченные недостатки по нормированию точности высотного положения оснований и покрытий взлетно-посадочных полос аэродромов в СНиП 32-03-96, противоречащие основным положениям теории вероятностей и математической статистики, теории математической обработки геодезических измерений, также присущи и СП 121.13330.2012.

Для обеспечения регламентируемых характеристик точности высотного положения взлетно-посадочных полос аэродромов необходимо выполнять налаживание технологических процессов при устройстве их конструктивных слоев оснований и покрытий не по предельным, а по среднеквадратическим отклонениям с доверительными вероятностями $P=0,95$ или $P=0,90$.

Рекомендуем отмеченные недостатки учесть при следующей актуализации нормативных документов по регламентации точности высотного положения взлетно-посадочных полос аэродромов.

Библиографический список

1. ГОСТ 21778-81 (СТ СЭВ 2045-79). Система обеспечения точности геометрических параметров в строительстве. Основные положения. – Введ. 1980-12-02. М.: Изд-во стандартов, 1981. – 9 с.
2. СНиП 32-03-96. Аэродромы. Введен в действие Минстрой России с 30.04.96г.
3. ГОСТ 30412-96. Дороги автомобильные и аэродромы. Методы измерения неровностей оснований и покрытий. Введ. 1997 – 01 – 01. М.: Изд-во стандартов, 1996. – 7с.
4. Гмурман, В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика. Изд, 4-е доп. Учебное пособие для вузов- М.: Высшая школа, 1972. – 368 с.
5. Большаков, В.Д. Теория математической обработки геодезических измерений. Изд, 2, перер. и доп. Учебник для студентов геод. спец. Вузов / В.Д. Большаков, П.А. Гайдаев. – М.: Недра, 1977. – 367 с.
6. Столбов, Ю.В. Статистические методы контроля качества строительно-монтажных работ. – М.:Стройиздат,1982. – 87 с.
7. Столбов, Ю.В. Обоснование точности геодезических измерений при контроле высотного положения аэродромного покрытия/ Ю.В. Столбов, Т.П. Синюткина, С.Ю. Кокуленко, А.А. Побережный // Автомобильные дороги Сибири: сб.матер. II ме-

ждународ. науч.-техн. конф./ Сиб. автом. дорожн. ин-т – Омск, изд. СибАДИ 1998. – С. 415-416.

8. Столбов Ю.В. Обоснование допусков на строительные и геодезические работы для обеспечения высотного положения оснований и покрытия автомобильных дорог / Ю.В. Столбов, С.Ю. Столбова, Д.О. Нагаев, К.С. Кокуленко // Изв. вузов Строительство. – 2011. – №4. – С. 53-60.

9. Побережный А.А. Обоснование точности геодезических работ по обеспечению высотного положения взлетно-посадочных полос аэродромов / А.А. Побережный // Автореферат дисс....канд. техн.наук / СГГА. – Новосибирск, 2009. –20 с.

10. СП 121.13330.2012 Актуализированная редакция СНиП 32-03-96. Аэродромы. Введен в действие Минрегион России с 1.01.2013г.

REGULATING HEIGHTS ACCURACY BASE POSITION AND COVERED RUNWAY AERODROME IN REGULATORY DOCUMENTS

Y.Y. Stolbov, S.Y. Stolbova,
R.V. Zotov, A.A. Poberezhnyy

Abstract. The analysis of the accuracy of regulation height position of bases and covers runways at airports in their building regulations. Given the norms of precision altitude position Ba-ments and coatings for all types of runways of airfields: Off-tion of the actual elevation of the axis of each row of the design, the deviation of the transverse slope of each row of the design and significance of the algebraic difference (amplitude) elevations along the axis series, with a confidence level of $P = 0,95$ or $P = 0,9$. Noted disadvantages of valuation accuracy altitude position of bases and covers runways of airfields in the regulations. Proposed establishment of the technological processes at the device of their bases and covers not carry on limit, and in times standard deviation with a confidence level of $P = 0,95$ or $P = 0,9$.

Keywords: accuracy, elevations, cross slopes, the amplitude of the elevation, the base and cover, runways of airfields.

References

1. GOST 21778-81 (ST SJeV 2045-79). *Sistema obespechenija tochnosti geometricheskikh parametrov v stroitel'stve. Osnovnye polozhenija*. [State standard 21778-81 (ST of SEV 2045-79). System of ensuring accuracy of geometrical parameters in construction. Basic provisions]. Vved. 1980-12-02. Moscow, Izd-vo standartov, 1981. 9 p.
2. SNIP 32-03-96. *Ajerodromy. Vveden v dejstvie Ministroj Rossii s 30.04.96g* [Construction Norms and Regulations 32-03-96. Airfields. The Ministry of Construction, Architecture and Housing of Russia with 30.04.96g is put into operation].
3. GOST 30412-96. *Dorogi avtomobil'nye i ajerodromy. Metody izmerenija nerovnostej osnovanij i pokrytij*. [State standard 30412-96. Highways and airfields. Methods of measurement of roughnesses of the bases and coverings]. Vved. 1997 – 01 – 01. Moscow, Izd-vo standartov, 1996. 7p.

4. Gmurman V.E. *Teorija verojatnostej i matematicheskaja statistika. Izd, 4-e dop. Uchebnoe posobie dlja vuzov* [Probability theory and mathematical statistics]. Moscow, Vysshaja shkola, 1972. 368 p.

5. Bol'shakov V.D., Gajdaev P.A. *Teorija matematicheskoy obrabotki geodezicheskikh izmerenij* [Theory of mathematical processing of geodetic measurements]. Moscow, Nedra, 1977. 367 p.

6. Stolbov Ju.V. *Statisticheskie metody kontrolja kachestva stroitel'no-montaznyh rabot* [Statistical methods of quality control of installation and construction works]. Moscow, Strojizdat, 1982. 87 p.

7. Stolbov Ju.V., Sinjutina T.P., Kokulenko S.Ju., Poberezhnyj A.A. *Obosnovanie tochnosti geodezicheskikh izmerenij pri kontrole vysotnogo polozhenija ajerodromnogo pokrytija* [Justification of accuracy of geodetic measurements at control of high-rise provision of an airfield covering]. *Avtomobil'nye dorogi Sibiri: sb.mater. II mezhdunarod. nauch.-tehn. Konf.* Omsk, izd. SibADI 1998. pp. 415-416.

8. Stolbov Ju.V., Stolbova S.Ju., Nagaev D.O., Kokulenko K.S. *Obosnovanie dopuskov na stroitel'nye i geodezicheskie raboty dlja obespechenija vysotnogo polozhenija osnovanij i pokrytija avtomobil'nyh dorog* [Justification of admissions on construction and geodetic works for ensuring high-rise situation of the bases and a covering of highways]. *Izv. vuzov Stroitel'stvo*, 2011, no 4. pp. 53-60.

9. Poberezhnyj A.A. *Obosnovanie tochnosti geodezicheskikh rabot po obespecheniju vysotnogo polozhenija vzletno-posadochnyh polos ajerodromov* [Justification of accuracy of geodetic works on ensuring high-rise situation of runways of airfields]. *Atoreferat diss. kand. tehn. nauk. SGGa. Novosibirsk*, 2009. p.-20

10. *SP 121.13330.2012 Aktualizirovannaja redakcija SNiP 32-03-96. Ajerodromy* [The joint venture 121.13330.2012 Staticized edition Construction Norms and Regulations 32-03-96]. *Vveden v dejstvie Minregion Rossii s 1.01.2013g.*

Столбов Юрий Викторович (Россия, г. Омск) – доктор технических наук, профессор кафедры «Геодезия» ФГБОУ ВПО «СибАДИ» (644080, г. Омск, пр. Мира, 5, e-mail: Issu0810@mail.ru).

Столбова Светлана Юрьевна (Россия, г. Омск) – кандидат технических наук, доцент, зав. кафедрой «Недвижимость и строительный бизнес» ФГБОУ ВПО «СибАДИ» (644080, г. Омск, пр. Мира, 5, e-mail: ssu0810@mail.ru).

Зотов Руслан Викторович (Россия, г. Омск) – кандидат технических наук, доцент, профессор кафедры «Геодезия» ФГБОУ ВПО «СибАДИ» (644080, г. Омск, пр. Мира, 5).

Побережный Анатолий Аксентьевич (Россия, г. Ханты-Мансийск) – кандидат технических наук, доцент Югорского государственного университета (628012 г. Ханты-Мансийск, ул. Чехова 16).

Stolbov Yury Viktorovich (Russian Federation, Omsk) – doctor of technical sciences, professor of Geodeziya of The Siberian automobile and highway academy (SibADI) (644080, Omsk, Mira Ave., 5, e-mail: Issu0810@mail.ru).

Stolbova Svetlana Yurevna (Russian Federation, Omsk) – candidate of technical sciences, the associate professor, the department chair "Real estate and construction business" of The Siberian automobile and highway academy (SibADI) (644080, Omsk, Mira Ave., 5).

Zotov Ruslan Viktorovich (Russian Federation, Omsk) – candidate of technical sciences, the associate professor, professor of Geodeziya of The Siberian automobile and highway academy (SibADI) (644080, Omsk, Mira Ave., 5).

Poberezhnyj Anatoly Aksentyevich (Russian Federation, Khanty-Mansiysk) – candidate of technical sciences, the associate professor of Ugra state university (628012 of Khanty-Mansiysk, St. Chekhova 16).

РАЗДЕЛ III

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ. СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

УДК 621.878:658.5

РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ЦЕПНОГО ТРАНШЕЙНОГО ЭКСКАВАТОРА

А.Л. Ахтулов¹, Л.Н. Ахтулова¹, В.А. Осит²

¹Омский государственный университет путей сообщения, Омск, Россия;

²ФГБОУ ВПО «СибАДИ», Омск, Россия.

Аннотация. В статье представлена совокупность математических моделей отдельных подсистем и проведен анализ моделирования цепного траншейного экскаватора, на основании которых разработана обобщенная математическая модель для определения основных параметров при проектировании устройства управления гидравлической объемной трансмиссией навесного оборудования подкопа цепного траншейного экскаватора. Дано обоснование критерия эффективности применения цепного траншейного экскаватора для процесса вскрытия и подкопа трубопровода.

Ключевые слова: траншейный цепной экскаватор, навесное оборудование для подкопа трубопроводов, иерархическая структура, конструктивный элемент, математическая модель.

Введение

При производстве ремонтно-восстановительных работ на нефтегазопроводах, особенно магистральных, с целью замены наружного изоляционного покрытия значительную трудоемкость составляет процесс вскрытия и подкопа трубопровода, поэтому одним из основных факторов, сдерживающих повышения производительности труда [1-3], является несовершенство средств выполнения земляных работ. Для механизации работ и улучшения технологического процесса используются траншейные экскаваторы и специальное навесное оборудование.

Анализ существующих конструкций показал, что комплексы машин при работе с поверхности земли получаются сложными, громоздкими и металлоёмкими, так как подкоп осуществляется на большие глубины, что требует выполнения работ как можно ближе к поверхности трубопровода [4].

Математическое моделирование цепного экскаватора для подкопа трубопроводов

В соответствии с работами [5-7] предлагается рассматривать экскаватора для подкопа трубопроводов (рис. 1) точки зрения его проектирования, производства и подготовки к эксплуатации, как многоуровневую, иерархи-

ческую структуру, которая может быть проиллюстрирована широко используемым на практике общим подходом [8, 9] к моделированию сложных технических систем с помощью теории графов. Согласно этому подходу, любая техническая система может быть представлена графом (рис. 2), промежуточные узлы которого соответствуют элементам различного уровня детализации: самый нижний уровень иерархии представлен множеством L_r функциональных элементов - первичных объектов конструирования, предназначенных для выполнения ограниченных функций. Затем идут более высокие уровни: узлов L_{r-1} - L_3 , агрегатов L_2 , подсистем L_1 и верхний уровень иерархии L_0 - сам экскаватор, представляющий объединение основных подсистем для выполнения технических заданий.

Таким образом, процесс проектирования [10,11] не является каким-то изолированным, а неразрывно связан со всеми стадиями создания технической системы и представляет один из основных этапов. Следовательно, аналогично сложности объекта проектирования, можно, как предлагается в работах [5, 6] иерархическую структуру процесса проектирования выразить фазами, классифицируемыми по принципу функционально замкнутых видов конструктивных элементов.

В статье представлена совокупность математических моделей отдельных подсистем и проведен анализ цепного траншейного экскаватора, на основании которых составлена обобщенная математическая модель цепного траншейного экскаватора [12]. Обоснован критерий эксплуатационной эффективности цепного траншейного экскаватора [13]:

$$E = \frac{Np}{n}, \quad (1)$$

где E – энергоемкость рабочего процесса цепного траншейного экскаватора; Np – потребляемая мощность; n – производительность цепного траншейного экскаватора.

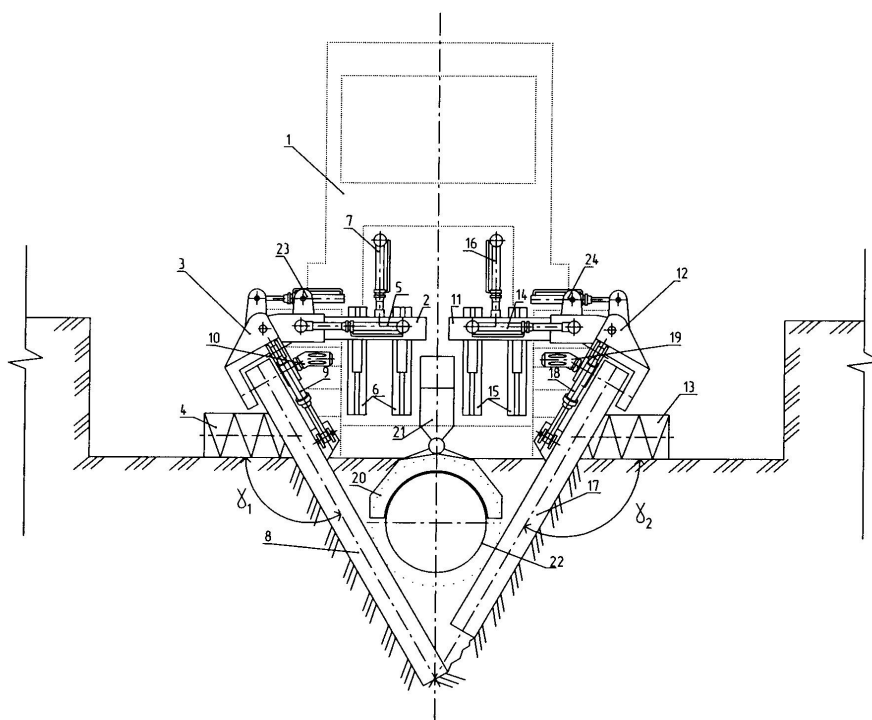


Рис. 1. Конструктивная схема цепного экскаватора для подкопа трубопровода, где: 1- базовое шасси; 2, 11 - рама; 3, 12 – рабочий орган; 4, 13 – эвакуатор грунта; 5, 14 – гидроцилиндр; 6, 15 – направляющие; 7, 16, 18 – гидроцилиндр; 8, 17 – цепная секция; 10, 19 – гидродвигатель; 20 – копирное устройство; 21 – гидроцилиндр; 22 – опора на трубопровод; 23, 24 – поворотные механизмы

Входными параметрами обобщенной математической модели цепного траншейного экскаватора являются: заданная глубина копания и возмущающие воздействия со стороны силы реакции разрабатываемого грунта на рабочий орган и на элементы ходового оборудования базовой машины со стороны микрорельефа. Выходными параметрами обобщенной математической модели цепного траншейного экскаватора являются: текущее значение потребляемой мощности; текущее значение производительности и энергоемкость цепного траншейного экскаватора.

С учетом неравномерного прямолинейного движения, вызванного воздействиями на элементы ходового оборудования неровностей микрорельефа и силы реакции разрабатываемого грунта на рабочий орган, суммарный момент сил сопротивления, приложенных к валу двигателя базовой машины (ДВС) [13], описывают уравнениями:

$$M_c = M_{po} + J_{po} \frac{d\omega_{m_1}}{dt} + M_{xo} + J_{xo} \frac{d\omega_{m_2}}{dt} - M_{\theta}; \quad (2)$$

$$M_{po} = M_{m_1} i_1 \eta_1; \quad (3)$$

$$M_{xo} = M_{m_2} i_2 \eta_2; \quad (4)$$

$$M_{\theta} = \left(\frac{r_k}{i_2} \right) G \sin \theta, \quad (5)$$

где M_c – суммарный момент сил сопротивлений, приложенных к валу ДВС; M_{xo} – момент сил сопротивления качению базовой машины; M_{po} – момент, возникающий от сил сопротивления копания грунта; M_{θ} – приведенный к валу базовой машины момент сил сопротивления, возникающий

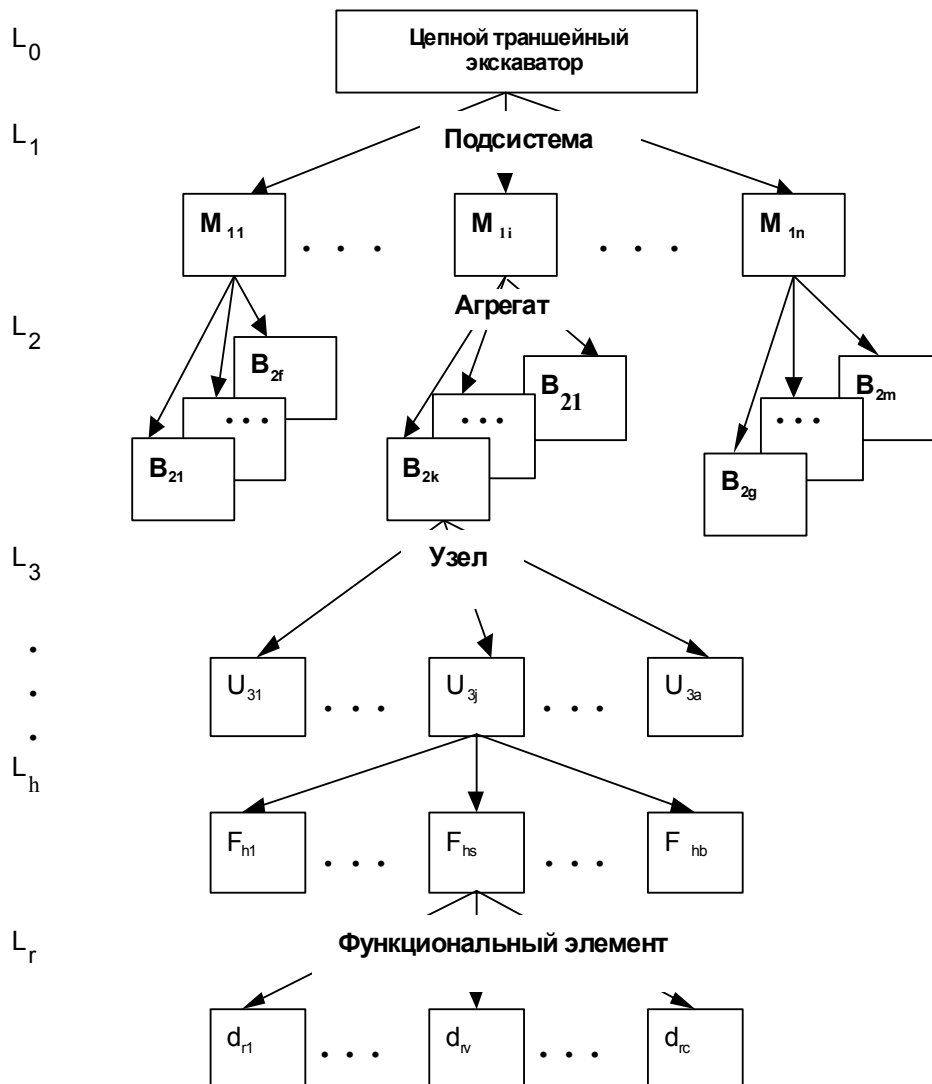


Рис. 2. Иерархическая структура цепного траншейного экскаватора, где: L - иерархия рангов входимости; **M** - подсистем, принадлежащих к 1-му рангу; **B** - агрегатов - ко 2-му рангу; **U** - узлов - к 3-му рангу; **F** - элементов - к h-му рангу; **d** - деталей - к r-му рангу

от движения под уклон; J_{po} – момент инерции рабочего органа; J_{xo} – момент инерции ходового оборудования; ω_{m_1} – угловая скорость гидромотора вала рабочего органа; ω_{m_2} - угловая скорость гидромотора вала ходового оборудования; M_{m_1} – крутящий момент на валу гидромотора рабочего органа, M_{m_2} – крутящий момент на валу гидромотора движителя; i_1, i_2 – передаточные отношения трансмиссий рабочего органа и движителя, соответственно; η_1, η_2 – коэффициент полезного действия трансмиссий рабочего органа и движителя, соответственно; G – сила тяжести цепного траншейного экскаватора; r_k – радиус колеса; $\sin \theta$ – угол наклона поверхности грунта, относительно горизонтальной плоскости

Рабочий процесс ДВС совместно с регулятором числа оборотов описывается выражениями [13]:

$$J_{\dot{A}} \dot{\omega}_{\dot{A}} = M_{\dot{A}}(\omega_L z) - Mc; \quad (6)$$

$$M_{\dot{A}}(\omega_{\dot{A}} z) = M_{\dot{A}(MIN)}(\omega) + M_z - k_{\dot{A}} z; \quad (7)$$

$$m_m \ddot{z} + v_{TP} \dot{z} + E \cdot z + F_H = A(z) \omega_D^2; 0 \leq z \leq z_{mm}, \quad (8)$$

где J_D – момент инерции; M_D – активный момент на валу; ω_D – угловая скорость вала; $M_{D(MIN)}$ – момент ДВС при минимальной по-

даче топлива, соответствующей холостому ходу; M_Z – приращение момента при максимальной подаче топлива; $k_A z$ – момент от перемещения муфты регулятора, отсчитываемого от положения максимальной подачи топлива; m_i – приведенная к муфте масса всех подвижных частей регулятора; U_{TP} – коэффициент вязкого трения; F_H – сила предварительного натяга пружины, приведенная к муфте; $A(z)$ – коэффициент поддерживающей силы;

В процессе работы цепного траншейного экскаватора ходовое оборудование взаимодействует с рельефом грунтовой поверхности, неровности которой приводят к стохастическим вертикальным и угловым перемещениям цепного траншейного экскаватора и рабочего органа при движении машины. Для моделирования микрорельефа левой и правой колеи в работе использовалась корреляционная функция, определяемая выражением [13]:

$$R(t) = \sigma_y^2 e^{-\alpha_m |t|}, \quad (9)$$

где σ_y^2 – среднеквадратическое отклонение исходного микрорельефа; α_m – коэффициент затухания функции; τ – время корреляции.

При составлении программы на персональном компьютере микрорельеф был сглажен по пятну контакта шины с микрорельефом [13]:

$$y_{cr}(m) = \frac{1}{x_0} \sum_{m=i-k}^{i+k} y_i, \quad (10)$$

где $y_{cr}(m)$ – ординаты сглаженного микрорельефа; x_0 – интервал усреднения; y_i – ординаты несглаженного микрорельефа.

Математическая модель взаимодействия ходового оборудования (ХО) с грунтом описана в соответствии с зависимостями, предложенными в работах В.Г. Зедгенизова [14]

$$\delta_k = A \left(\frac{F_k}{G_{k1} + F \cos \beta} \right) + B \left(\frac{F_k}{G_{k1} + F \cos \beta} \right); \quad (11)$$

$$V_2 = \omega_{M2} (1 - \delta_k) \frac{r_k}{i_2}; \quad (12)$$

$$R_K = F_K = \psi (G_{K1} + F \cos \beta) + R_H; \quad (13)$$

$$M_M = r_k (\psi (G_{K1} + F \cos \beta) + R_H) i_3, \quad (14)$$

где δ_k – коэффициент буксования; F_k – суммарная сила сопротивления, приложенная к ЦТЭ; G_{K1} – составляющая силы веса цепного траншейного экскаватора, приходящаяся на заднюю ось машины; V_2 – скорость передвижения базовой машины; r_k – радиус колеса; R_K – горизонтальная сила реакции на колесе; M_M – активный момент сил на валу заднего моста; F – сила реакции разрабатываемого грунта на РО; ψ – коэффициент сцепления R_H – сила сопротивления перемещению зачистного башмака; i_3 – передаточное отношение редуктора, устанавливаемого между осью заднего моста и гидравлическим мотором движителя.

Система уравнений, описывающая работу движителя с учетом изменения радиуса колеса, можно записать в виде [13]:

$$\ddot{y} = -\frac{1}{m_K} [v_{ш} \dot{y} + c_{ш} y - q(t)]; \quad (15)$$

$$r_K = r - y_{CT} - y_{CR}, \quad (16)$$

где m_e – масса, приходящаяся на ось колеса; $v_{ш}$ – коэффициент демпфирования шин; $c_{ш}$ – жесткость шин; $q(t)$ – сила, возникающая в результате воздействия неровностей микрорельефа на оборудование (ХО); r – свободный радиус колеса; y_{CT} – статический прогиб колеса под нагрузкой; y_{CR} – вертикальная координата перемещения оси.

Геометрические связи звеньев цепного траншейного экскаватора в [15, 16] описываются уравнениями:

$$K_B = \frac{L_1}{L}; \quad (17)$$

$$y_3 = \frac{y_{3I} + y_{3II}}{2}; \quad (18)$$

$$y_n = \frac{y_{nI} + y_{nII}}{2}; \quad (19)$$

$$y_{po} = (K - K_B) y_n + K_{бул}, \quad (20)$$

где K_B – коэффициент базы; L – длина базы цепного траншейного экскаватора; L_1 – расстояние от оси передних колес до режущей кромки рабочего органа, формирующей

дно траншеи; y_{po} – изменение глубины копания в инерциальной системе координат в результате воздействия неровностей микро-рельефа; $y_{ПП}$ – высота неровностей микро-рельефа под передним правым колесом; $y_{ПЛ}$ – высота неровностей микро-рельефа под передним левым колесом; $y_{ЗП}$ – высота неровностей микро-рельефа под задним правым колесом; $y_{ЗЛ}$ – высота неровностей микро-рельефа под задним левым колесом.

Анализ силы реакции разрабатываемого грунта на рабочий орган цепного траншейного экскаватора показал, что сила реакции может быть представлена как случайный процесс.

В связи с этим в данной работе сила реакции разрабатываемого грунта на рабочий орган в соответствии с работами [17, 18] представлена как сумма двух составляющих, низкочастотной (тренда) и высокочастотной (флюктуации):

$$F = F_T + F_\phi, \quad (21)$$

где F – сила реакции разрабатываемого грунта на рабочий орган; F_T – низкочастотная составляющая силы реакции (тренд); F_ϕ – высокочастотная составляющая силы реакции (флюктуация).

Корреляционные функции флюктуаций при копании грунтов рабочий орган цепного траншейного экскаватора аппроксимированы выражением [13]:

$$R_\phi(\tau) = \sigma_\phi^2 \cdot e^{-\alpha_\phi |\tau_k|} \cdot \cos \beta_\phi, \quad (22)$$

где σ_ϕ – среднеквадратическое отклонение силы реакции; α_ϕ и β_ϕ – коэффициенты затухания и периодичности корреляционной функции; τ_k – время корреляции.

Математическая модель низкочастотной составляющей (тренда) в [12] была представлена расчетной схемой (рисунок 3) и описана в соответствии с теорией копания [19], дополненной И.А. Недорезовым [20] и В.Г. Зеденизовым [14].

Момент сил, возникающий на валу гидромотора рабочего органа от сил сопротивления копанию, определяется [13]:

$$M_{M1} = Fr_z i_4, \quad (23)$$

где r_z – радиус звездочки рабочего органа; i_4 – передаточное от ношение редуктора,

устанавливаемого между рабочим органом и гидромотором.

На основании метода подконструкций разработана система дифференциальных и алгебраических уравнений для каждого элемента машины, а затем в результате композиции получена система уравнений, описывающих объемную гидравлическую трансмиссию машины в целом.

Гидронасосы [21, 22] представлены уравнениями:

$$P_H = P_1 + M_H \eta_{OH} / q_H; \quad (24)$$

$$Q_H = \frac{q_H \omega_H \eta_G}{2\pi}; \quad (25)$$

$$\omega_H = \omega_d i_p, \quad (26)$$

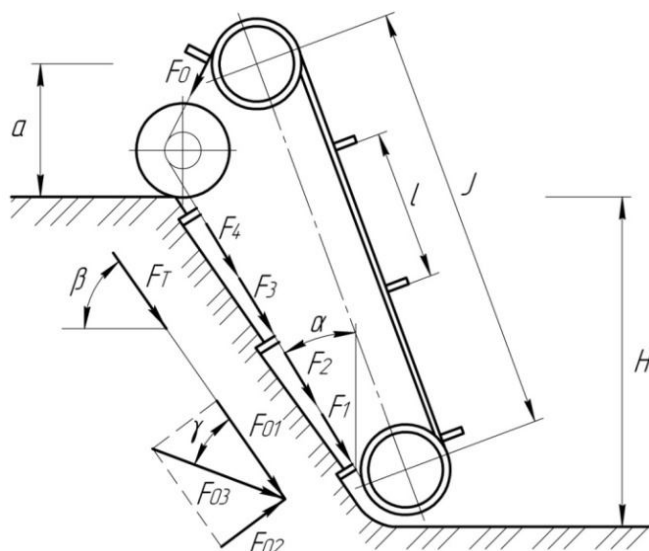


Рис. 3. Расчетная схема взаимодействия рабочего органа с грунтом

где Q_H – подача насоса; q_H – рабочий объем насоса; ω_H – угловая скорость вала насоса; M_H – крутящий момент на валу насоса; P_1, P_H – давления соответственно на входе и выходе; η_{OH}, η_G – КПД насоса соответственно объемный и гидромеханический; i_p – передаточное отношение редуктора, устанавливаемого между ДВС и гидронасосом.

Математическая модель гидромотора в [22] описана уравнениями:

$$M_M = q_{MH} e_H (P_{MH} - P_{MC}) \eta_{MM} - J_M \dot{\omega}_M; \quad (27)$$

$$\omega_M = Q_M \eta_{OM} / (2\pi q_{MH} e_H); \quad (28)$$

$$e_M = \frac{q_M}{q_{MH}}, \quad (29)$$

где Q_M – расход гидравлического мотора; q_{MH} – максимальный рабочий объем гидравлического мотора; q_M – рабочий объем гидравлического мотора; e_H – параметр регулирования ω_M – угловая скорость вала гидравлического мотора; J_M – момент инерции вращающихся масс, приведенный к валу гидравлического мотора; M_M – крутящий момент на валу гидравлического мотора; P_{MH}, P_{MC} – давления соответственно на входе и выходе; η_{MM}, η_{OM} – КПД гидравлического мотора соответственно объемный и гидромеханический.

Гидравлическая линия из [21] будет представлена уравнениями:

$$Q_M = Q_H - \frac{dP_H}{dt} k_{VUP}; \quad (30)$$

$$P_H = P_M + \lambda \frac{8yL_{TP}}{\pi^2 g d_{TP}^3}, \quad (31)$$

где Q_H, Q_M – расходы рабочей жидкости соответственно на входе и выходе из слива; P_H – давления соответственно на входе и выходе из слива; d_{TP} – диаметр; L_{TP} – длина; y – удельный вес рабочей жидкости; k_{VUP} – параметр управления; g – ускорение свободного падения.

Тогда для математической модели соединения конструкций гидравлических элементов из [23] получим выражения:

$$P_{TC} = \frac{1}{2}(P_{CT1} + P_{CT2} - \frac{l_1 \cdot y_c}{2 \cdot g \cdot S_1^2} \cdot Q_{CT1}^2 - \frac{l_2 \cdot y_c}{2 \cdot g \cdot S_2^2} \sum \cdot Q_{CT2}); \quad (32)$$

$$Q_{TC} = Q_{CT1} + Q_{CT2}, \quad (33)$$

где P_{CT1}, P_{TC} – давления жидкости входных гидравлических линий; Q_{CT1}, Q_{CT2} – расходы жидкости входных гидравлических линий; P_{TC}, Q_{CT} – соответственно давление и расход в выходной гидравлических линии; l_1, l_2 – коэффициенты гидравлических сопротивлений гидравлических линий; S_1, S_2 – площади проходных сечений входных гидравлических линий.

Заключение

Для достижения цели составлена обобщенная математическая модель рабочего процесса цепного траншейного экскаватора, реализованная в среде программного продукта *MATLAB* в пакетном расширении *Simulink*, которая является составной частью САПР основных параметров устройства управления гидравлической объемной трансмиссией навесного оборудования подкопа цепного траншейного экскаватора.

Библиографический список

1. Ахтулов, А.Л. Разработка мероприятий по улучшению технологического процесса вскрытия и подкопа трубопроводов траншейным экскаватором / А.Л. Ахтулов, В.П. Лушников, П.В. Лушников, В.А. Осит // Омский научный вестник. – Омск: Изд-во ОмГТУ. – 2008. – № 1(64). – С. 57-59.
2. Базилевич, Л.А. Модели и методы рационализации и проектирования организационных структур управления / Л.А. Базилевич, Д.В. Соколов, Л.К. Франева. – Л.: ЛЭФИ, 2002. – 82 с.
3. Карпунин, М.Г. Жизненный цикл и эффективность машин / М.Г. Карпунин, Я.Г. Любинецкий, Б.И. Майданчик. – М.: Машиностроение, 2004. – 312 с.
4. Зуев, Ю.Ю. Основы создания конкурентоспособной техники и выработки эффективных решений / Ю.Ю. Зуев. – М.: Издательский дом МЭИ, 2006. – 402 с.
5. Ахтулов, А.Л. Методология построения и практическое применение системы автоматизации проектирования транспортных машин / А.Л. Ахтулов // Вестник СибАДИ – 2005. – Вып.3. – С. 14-29.
6. Ахтулов, А.Л. Разработка экспериментально-расчетного метода определения параметров интенсивности режимов нагружения летательных аппаратов при вибрационных стендовых испытаниях: дисс... канд. техн. наук. – Омск, 1991. – 258 с.
7. Hower R.H. Integretet test plan 8 proc. of the Institute of environmental Scien-ses. – Los Angeles, 1980. – pp. 163-172.
8. Норенков И.П. Введение в автоматизированное проектирование технических устройств и систем / И.П. Норенков. – М.: Высшая школа, 1980. – 311 с.
9. Харари, Ф. Теория графов / Ф. Харари. – М.: Мир, 1977. – 321 с.
10. Ахтулов, А.Л. Методика оценки качества процессов проектирования сложных технических устройств / А.Л. Ахтулов, Л.Н. Ахтулова, А.В. Леонова // Омский научный вестник. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2013. – № 3 (123). – С. 87-92.
11. ГОСТ 2.103-68 (2007): Единая система конструкторской документации. Стадии разработки. – М.: Стандартинформ, 2011. – 6 с.
12. Ахтулов, А.Л. Разработка системы автоматизации проектирования цепного траншейного экскаватора / А.Л. Ахтулов, Л.Н. Ахтулова, В.А. Осит // Омский научный вестник. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2012. – 53 с.

13. Щербаков, В.С. Совершенствование системы управления рабочим органом цепного траншейного экскаватора: монография / В.С. Щербаков, Р.Ю. Сухарев. – Омск: Изд-во СибАДИ, 2011. – 149 с.

14. Зедгенизов, В.Г. Машины для прокладки гибких подземных коммуникаций. Теория и расчет: монография / В.Г. Зедгенизов. – Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2005. – 176 с.

15. Ахтулов, А.Л. Алгоритм числового расчета реакций связи динамической системы сложной структуры / А.Л. Ахтулов, Л.Н. Ахтулова // Инновации. Интеллект. Культура. Матер. XVIII Всерос. науч.-практ. конф. - Тюмень: Изд-во «Нефтегазовый университет», 2010. – С. 96-100.

16. Суковин, М.В. Математическая модель рабочего процесса цепного траншейного экскаватора с гидробъемной трансмиссией / М.В. Суковин Р.Ю. Сухарев // Вестник Воронежского государственного технического университета. – Воронеж: Том 5, № 12, – 2009. – С. 21- 27.

17. Федоров, Д.И. Рабочие органы землеройных машин – М.: Машиностроение, 1977. – 288 с.

18. Федоров Д. И., Бондарович Б. А. Надежность рабочего оборудования землеройных машин. – М.: Машиностроение. – 1981. – 280 с.

19. Домбровский, Н.Г. Многоковшовые экскаваторы / Н.Г. Домбровский. – М.: Машиностроение, 1972. – 432 с.

20. Недорезов, И.А. Моделирование взаимодействия скребкового рабочего органа цепного траншейного экскаватора с грунтом / И.А. Недорезов, В.Г. Зедгенизов, А.Н. Стрельников, С.А. Гусев // Строительные и дорожные машины. – 2002. – № 12. – С. 24-26.

21. Галдин, Н.С. Система автоматизации конструкторско-технологического проектирования рыхлителя активного действия / Н.С. Галдин, И.А. Семенова // Омский научный вестник. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2006. – № 1 (36). – С. 85-87.

22. Дорожные машины. Часть I. Машины для земляных работ / Т.В. Алексеева., К.А. Артемьев, А.А. Бромберг и др. – М.: Машиностроение, 1972. – 504 с.

23. Суковин, М.В. Система автоматизации моделирования рабочего процесса цепного траншейного экскаватора / М.В. Суковин, В.С. Щербаков // Вестник Воронежского государственного технического университета. – Том 6, № 2. – С. 132-135.

DEVELOP A MATHEMATICAL MODEL OF A CHAIN OF TRENCH EXCAVATOR

A.L. Ahtulov, L.N. Ahtulova, V.A. Osit

Abstract. The article presents a series of mathematical models of individual subsystems and the analysis of the simulation chain of trench excavator on the basis of which the generalized mathematical model to determine the key parameters in the design of the control device volumetric hydraulic transmission of attachments digging under a chain of trench excavator. The substantiation of criterion of efficiency of application of chain of trench excavator for the process of dissection and undermining of the pipeline.

Keywords: trench chain excavator, attachments for digging pipelines, hierarchical structure, structural element, mathematical model.

References

1. Ahtulov A.L. V.P. Lushnikov, P.V. Lushnikov, V.A. Osit Razrabotka meropriyatii po uluchsheniyu tehnologicheskogo processa vskriitiya i podkopa truboprovodov transheiniim ekskavatorom [Development of actions for improvement of technological process of opening and undermining of pipelines by the trench excavator]. *Omskii nauchnii vestnik*, 2008, no 164. pp. 57-59.

2. Bazilevich L. A., D.V. Sokolov, L.K. Franeva *Modeli i metodi racionalizacii i proektirovaniya organizacionnih struktur upravleniya* [Model and methods of rationalization and design of organizational structures of management]. L LEFI 2002. p. 82.

3. Karpunin M.G., Lyubineckii Ya.G. Maidanchik B.I. *Jiznennii ciki i effektivnost mashin* [Life cycle and efficiency of cars]. Moscow, Mashinostroenie 2004. p. 312.

4. Zuev Yu.Yu. *Osnovi sozdaniya konkurentosposobnoi tehniki i virabotki effektivnih reshenii* [Bases of creation of competitive equipment and development of effective decisions]. Moscow, Izdatelskii dom MEI 2006. p.402.

5. Ahtulov A.L. Metodologiya postroeniya i prakticheskoe primeneniye sistemi avtomatizacii proektirovaniya transportnih mashin [Metodologiya of construction and practical use of system of automation of design of transport vehicles]. *Vestnik SibADI*, 2005, no 3. pp. 14-29.

6. Ahtulov A.L. *Razrabotka eksperimentalno_raschetnogo metoda opredeleniya parametrov intensivnosti rejimov nagrujeniya letatelnih apparatov pri vibracionnih stendovih ispiitaniyah diss kand. tehn. nauk.* [Development of an experimental-but-calculation method of determination of parameters of intensity of the modes of loading of aircraft at vibration bench tests: dis. cand.tech.sci]. Omsk 1991. p. 258.

7. Hower R. H. Integretet test plan 8 proc. of the Institute of environmental Scienses. Los Angeles 1980. pp. 163-172.

8. Norenkov I. P. *Vvedenie v avtomatizirovannoe proektirovanie tehicheskikh ustroistv i sistem* [Introduction to the automated design of technical devices and systems]. Moscow, Visshaya shkola 1980. p. 311.

9. Harari F. *Teoriya grafov* [Theory of counts]. F. Harari. Moscow, Mir 1977. 321 p.

10. Ahtulov A.L., Ahtulova L.N., Leonova A.V. *Metodika ocenki kachestva processov proektirovaniya slojnih tehicheskikh ustroistv* [Metodika of an assessment of quality of processes of design of difficult technical devices]. *Omskii nauchnii vestnik*, 2013, no 3 -123. pp.87-92.

11. GOST 2.10368-2007, Edinaya sistema konstruktorskoi dokumentacii. Stadii razrabotki [State standard 2.103-68 (2007): Uniform system of design documentation. Development stages]. Moscow, Standartinform 2011. p 6 .

12. Ahtulov A.L., Ahtulova L.N., Osit V.A. Razrabotka sistemi avtomatizacii proektirovaniya cepnogo transheinogo ekskavatora [Development of the system of automation of design of the chain trench excavator]. *Omskii nauchnii vestnik*, 2012. pp. 53.
13. Scherbakov V.S., Suharev R.Yu. *Sovershenstvovanie sistemi upravleniya rabochim organom cepnogo transheinogo ekskavatora monografiya* [Improvement of a control system of working body of the chain trench excavator: monograph]. Omsk Izdvo SibADI 2011. p. 249.
14. Zedgenizov V.G. *Mashini dlya prokladki gibkikh podzemnih kommunikacii. Teoriya i raschet monografiya* [Cars for laying of flexible underground communications. Theory and calculation: monograph]. Irkutsk Izd vo IrGTU, 2005. 176 p.
15. Ahtulov A.L., Ahtulova L.N. Algoritm chislovogo rascheta reakcii svyazi dinamicheskoi sistemi slojnoi strukturi [Algorithm of numerical calculation of reactions of communication of dynamic system of difficult structure]. *Innovacii. Intellect. Kultura. Mater. XVIII Vseros. nauch.prakt. konf. Tyumen Izd vo «Neftegazovii universitet»* 2010. pp. 96-100.
16. Sukovin M.V., Scherbakov V.S. Matematicheskaya model rabocheho processa cepnogo transheinogo ekskavatora s gidroobemnoi transmissiei [Matematicheskaya model of working process of the chain trench excavator with hydrovolume transmission]. *Vestnik Voronejskogo gosudarstvennogo tehnikeskogo universiteta*. Voronej Tom 6 № 2 2010. pp. 132-135.
17. Fedorov D.I. *Rabochie organi zemleroinih mashin* [Working bodies of digging cars]. Moscow, Mashinostroenie 1977. 288 p.
18. Fedorov D.I. Bondarovich B.A. *Nadezhnost rabocheho oborudovaniya zemleroinih mashin* [Bondarovich B. A. Nadezhnost of the working equipment of digging cars]. Moscow, Mashinostroenie. 1981. pp. 280.
19. Dombrovskii N.G. *Mnogokovshovie ekskavatori* [Mnogokovshovie excavators]. Moscow, Mashinostroenie 1972. p. 432.
20. Nedorezov I.A., Zedgenizov V.G., Strelnikov A.N., Gusev S.A. Modelirovanie vzaimodeistviya skrebkovogo rabocheho organa cepnogo transheinogo ekskavatora s gruntom [Modeling of interaction of the scraper worker of body of the chain trench excavator with soil]. *Stroitelnie i dorojnie mashini*, 2002, no 12. pp. 24-26.
21. Galdin N.S., Semenova I.A. Sistema avtomatizacii konstruktorsko tehnologicheskogo proektirovaniya rihlatelya aktivnogo deistviya [Sistema of automation of game-struktorsko-technological design of the ripper of active action]. *Omskii nauchnii vestnik*, 2006, no 1-36, pp. 85-87.
22. *Dorojnie mashini. Chast I. Mashini dlya zemlyanij robot* [Road cars. Part I. Cars for earthwork]. T.V. Alekseeva, K.A. Artemev, A.A. Bromberg i dr. Moscow, Mashinostroenie, 1972. pp. 504 p.
23. Sukovin M.V., Suharev R.Yu. Matematicheskaya model rabocheho processa cepnogo transheinogo ekskavatora s gidroobemnoi transmissiei [Sistema of automation of modeling of working process of the chain trench excavator]. *Vestnik Voronejskogo gosudarstvennogo tehnikeskogo universiteta*, 2009, Tom 5 no 12., pp. 21- 27.
- Ахтулов Алексей Леонидович (Россия, Омск) – доктор технических наук, профессор, действительный член Международной академии авторов научных открытий и изобретений и Академии проблем качества, Почетный работник высшего профессионального образования, профессор кафедры «Вагоны и вагонное хозяйство» ФГБОУ ВПО «ОмГУПС» (644046, Омск, пр. Маркса, 35, e-mail: ahtulov-al1949@yandex.ru).*
- Ахтулова Людмила Николаевна (Россия, Омск) – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Экономика транспорта, логистика и управление качеством» ФГБОУ ВПО «ОмГУПС» (644046, Омск, пр. Маркса, 35; e-mail: ahtulova.ludm@yandex.ru).*
- Осит Вероника Александровна (Россия, Омск) – старший преподаватель кафедры «Управление качеством и производственными системами» ФГБОУ ВПО «СибАДИ» (644080, г. Омск, пр. Мира, 5, e-mail: nika-995@yandex.ru).*
- Alexey L. Akhtulov (Russian Federation, Omsk) – doctor of technical sciences, professor, full member of the International Academy of authors of scientific discoveries and inventions and the Academy of quality problems, Honorary worker of higher professional education, Professor of the Department "Cars and rolling stock" Omsk State Transport University (644046, Omsk, Marksa 35; e-mail: ahtulov-al1949@yandex.ru).*
- Lyudmila N. Akhtulova (Russian Federation, Omsk) – candidate of technical sciences, associate Professor of "Economics of transport, logistics and quality management" Omsk State Transport University (644046, Omsk, Marksa 35; e-mail: ahtulova.ludm@yandex.ru).*
- Veronica A. Osit (Russian Federation, Omsk) – is the highest teacher kafedrey "Quality management and production systems" of The Siberian automobile and highway academy (SIBADI) (644080, Mira, 5; e-mail: nika-995@yandex.ru).*

УДК 621.873

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ СИСТЕМЫ ОХЛАЖДЕНИЯ ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

В.П. Денисов¹, А.П. Домбровский¹, В.А. Мещеряков²¹ФГБОУ ВПО «СибАДИ», Россия, г. Омск;²Омский филиал Финансового университета при Правительстве РФ, Россия, г. Омск.

Аннотация. В статье рассмотрен метод выбора дополнительного оборудования системы охлаждения двигателя внутреннего сгорания (ДВС). Предложена система охлаждения ДВС, реализующая управление вентилятором на базе нечеткого логического регулятора, плавно изменяющего частоту вращения электродвигателя. Для выбора устройства стабилизации теплового состояния двигателя использованы средства математического моделирования в среде MATLAB /Simulink/ Fuzzy Logic Toolbox.

Ключевые слова: система охлаждения, двигатель внутреннего сгорания, управление вентилятором, нечеткий регулятор, математическое моделирование.

Введение

Для эффективной работы двигателя внутреннего сгорания (ДВС) необходимо обеспечить стабильное поддержание его теплового состояния, что позволяет экономить топливо, предотвращает падение мощности и уменьшает изнашивание деталей цилиндропоршневой группы. Иначе говоря, стабилизация температуры ДВС улучшает эффективные показатели и повышает безотказность и долговечность двигателей. Стабилизация температуры ДВС реализуется системой охлаждения [1]. Необходимым элементом системы охлаждения является вентилятор радиатора.

Следует отметить, что все «люксовые» автомобили, оснащенные электровентиляторами радиатора системы охлаждения, имеют средства плавного управления скоростью вращения вентилятора. Плавное управление скоростью вращения электровентилятора для остальных автомобилей (от «Оки» до «Чероки») отсутствует. Для поддержания оптимальной температуры этих автомобилей отечественными производителями выпускается дополнительное оборудование, например, такое, как блок управления вентилятором «Борей» (ООО «Силичъ», Екатеринбург) [2]. Блок производит управление частотой вращения вентилятора системы охлаждения двигателя вместо штатной системы управления вентилятором. При этом осуществить оптимальное управление вентилятором с помощью одного и того же устройства для автомобилей, объем двигателя которых колеблется в широких пределах (от 0,5 до 5 - 8 литров), является сложной задачей.

В статье рассмотрен подход к обеспечению стабилизации теплового состояния ДВС с помощью управления вращением вентилятора. Исследованы две системы автоматического регулирования (САР) частоты вращения вентилятора: на основе традиционного пропорционально - интегрального (ПИ) закона регулирования и с использованием САР, реализованной на базе математического аппарата нечеткой логики [3]. Использование нечетких логических регуляторов является эффективным подходом усовершенствования систем управления при неопределенности параметров объекта и возмущающих факторов [4-8]. Нужно сказать, что до настоящего времени практически не разработаны методы проектирования нечетких САР теплового состояния ДВС, доведенные до инженерных методик и пригодные для практического использования. При этом высокая вычислительная мощность и доступность современных контроллеров при условии включения их в контур управления системы охлаждения позволяет применять технологии искусственного интеллекта, повышающие ее функциональные возможности.

Обоснование выбора устройства управления частотой вращения вентилятора

Рассмотрим наиболее распространенную в настоящее время систему охлаждения [1]. Тепловая энергия от рубашки блока цилиндров отдается охлаждающей жидкости, например, тосолу, которая циркулирует в системе охлаждения под действием помпы. При нагреве двигателя охлаждающая жидкость циркулирует по малому кругу, для того, чтобы

быстро прогреть ДВС. Когда температура теплоносителя достигает 85 – 90 градусов, термостат открывает большой контур циркуляции охлаждающей жидкости и закрывает малый. При циркуляции по большому контуру охлаждающая жидкость проходит через радиатор. Горячая охлаждающая жидкость поступает в радиатор, где охлаждается потоком воздуха, а также работающим вентилятором радиатора.

В настоящее время на автомобилях различных марок используются разные типы приводов вентилятора. Не так давно почти повсеместно вентилятор приводился в действие от коленчатого вала двигателя с помощью ременной передачи. Существенным недостатком такого способа является то, что при использовании принудительного механического привода, скорость вращения крыльчатки не регулируется и ограничена скоростью вращения двигателя. Поэтому при воздействии различных внешних условий и режимов движения скорость вращения крыльчатки может оказаться как избыточной, так и недостаточной для поддержания оптимального интервала температур.

Другой вариант механического привода, с visco- или электромуфтой, не имеет избыточной скорости за счет отключения (для электромуфты) или снижения (для viscomуфты) скорости вращения. Но при малых оборотах двигателя скорость вращения крыльчатки вентилятора ограничена, что может привести к перегреву двигателя. Эти недостатки можно устранить дополнительным оборудованием, управляющим частотой вращения вентилятора. Ниже рассмотрен подход к созданию дополнительного оборудования управления электроприводом вентилятора системы охлаждения ДВС, позволяющий поддерживать оптимальный интервал температур двигателя.

Как уже отмечалось, слишком большой размах температур при работе двигателя приводит к уменьшению ресурса ДВС. При разработке системы охлаждения оптимальной можно считать точность поддержания температуры не хуже 2 - 3 градусов [1,9], и система охлаждения для этого случая может быть относительно простой и недорогой. Кроме того, такая система эффективна с точки зрения энергопотребления.

Основным элементом системы охлаждения является термостат. Он регулирует потоки охлаждающей жидкости, направляя их через радиатор или в обход его. При определенных условиях (высокая температура окружающей среды, малая скорость движения)

радиатор не способен отводить нужное количество тепла и для его искусственного обдува используется вентилятор, который может иметь различные типы привода. Наиболее эффективной для поддержания оптимальной температуры является система охлаждения с электроприводом вентилятора, так как в этом случае скорость вращения вентилятора не зависит от оборотов двигателя.

Точность поддержания оптимальной температуры двигателя во многом зависит от алгоритма управления вращением вентилятора. Широко распространенным является алгоритм релейного регулирования, основу которого составляют три элемента – датчик, реле и вентилятор. Посредством реле при одной температуре вентилятор включается, а при другой отключается. Разница (гистерезис) между температурами включения и выключения обычно составляет 5 - 7 градусов. Схема релейной системы регулирования проста, это является ее преимуществом. Недостатком такой системы является то, что температура постоянно колеблется от точки включения до точки выключения вентилятора, что приводит к эффекту термокачки и ударным нагрузкам на бортовую сеть, особенно для вентиляторов большой мощности. Кроме того, постоянное включение вентилятора может привести к существенному разряду аккумуляторной батареи. Эти недостатки отсутствуют при изменении подаваемого на двигатель напряжения широтно-импульсным модулятором.

Разрабатываемое устройство для управления частотой вращения вентилятора предполагается применять для различных марок автомобилей и при этом использовать как дополнительное оборудование для этих автомобилей.

Следует отметить, что динамические характеристики системы охлаждения для различных марок автомобилей могут существенно отличаться, поэтому такие, параметры системы, например, как постоянная времени, коэффициент усиления и т.д. могут изменяться в широком диапазоне. Поэтому необходимо сконструировать регулятор, способный осуществлять оптимальное управление при этих условиях. Создаваемый регулятор может быть, как классическим линейным, так и нечетким логическим регулятором.

Для экспериментальных исследований предлагаемых подходов к синтезу САР частоты вращения вентилятора системы охлаждения ДВС требуются средства математического моделирования, учитывающие особенности управляемого технологического процесса.

Математическое моделирование системы охлаждения ДВС

Для исследования САП и выбора закона регулирования создана математическая модель системы охлаждения ДВС с контуром управления вентилятором охлаждения. Модель реализована в интерактивной среде для выполнения инженерных и научных расчетов MATLAB с входящими в его состав пакетами расширения Simulink и Fuzzy Logic Toolbox [3].

Математическая модель системы охлаждения ДВС (рис. 1, а) в свою очередь содержит

модели: регулятора (подсистема controller), вентилятора с электроприводом (подсистема vent), радиатора (подсистема radiator), насоса (подсистема pump) и двигателя внутреннего сгорания (подсистема internal combustion engine). В зависимости от режима моделирования регулятор (controller) реализован на основе традиционного ПИ-закона регулирования (PI-control, рис. 1, б) или нечеткого управления (Fuzzy logic controller, рис. 1, в).

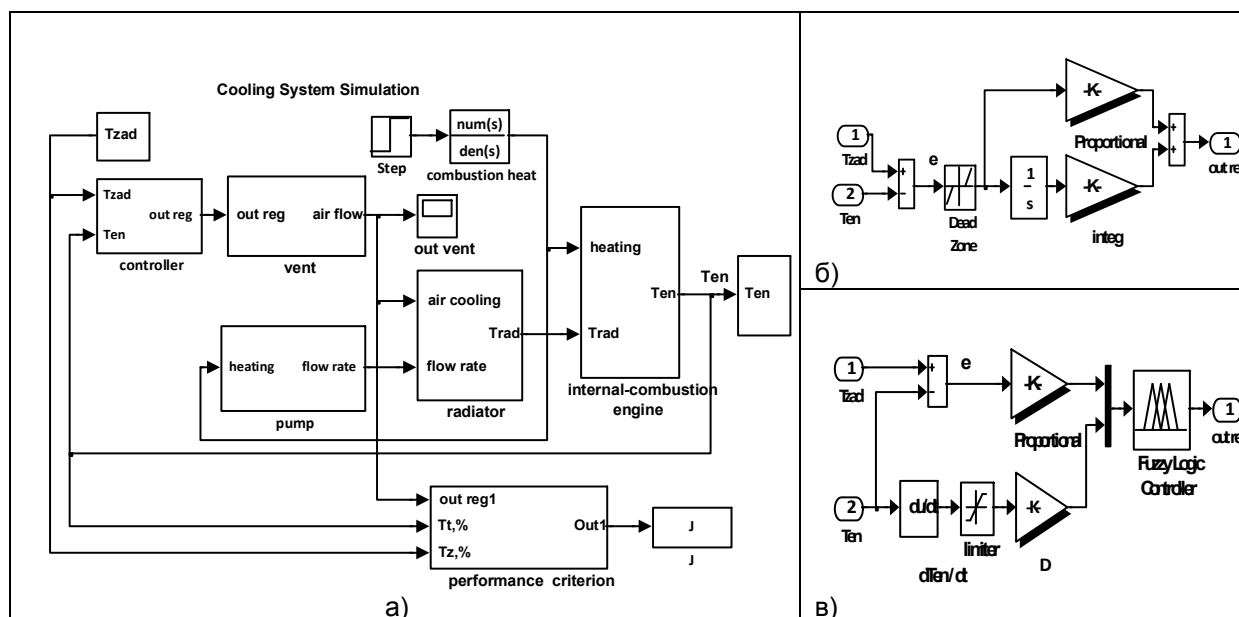


Рис. 1. Модель САП температуры ДВС в среде MATLAB/Simulink/Fuzzy Logic Toolbox:
 а) – общая схема системы охлаждения; б) подсистема controller на базе ПИ- регулятора;
 в) подсистема controller на базе нечеткого регулятора

Модели вентилятора, радиатора, насоса и ДВС описывают инерционные свойства этих устройств и представлены инерционными звеньями первого порядка: $W(s) = k_a / (T_a s + 1)$, где k_a и T_a – коэффициент передачи и постоянная времени каждого устройства, соответственно; s – оператор Лапласа. В модели двигателя (internal-combustor engine) также учитывается нагрев при сгорании топлива (combustion heat).

Кроме того, разработанная математическая модель системы охлаждения дополнена подсистемой расчета критерия качества регулирования (performance criterion). За период времени T (принимается не менее длительности переходного процесса) вычисляется квадратичный интегральный критерий, зависящий от настроек САП:

$J = \int_0^T e^2(t) dt$, характеризующий величину и длительность существ-

ования ошибки регулирования $e(t)$ (отклонения температуры охлаждающей жидкости от заданного значения).

В среде MATLAB создан m-файл – сценарий, выполняющий многократный вызов модели системы охлаждения и расчет критерия качества на основе полученных в результате моделирования значений ошибки регулирования. Вычисленные значения критерия качества (как для традиционного, так и нечеткого регулятора) передаются в рабочую область MATLAB для получения оптимального решения.

В традиционной системе регулирования регулятор (controller) реализован на основе ПИ- закона регулирования с зоной нечувствительности (рис.1, б) (рассматривается для сравнения с проектируемой нечеткой системой). На вход регулятора подается измеренное значение температуры охлаждающей жидкости T_{en} и ее заданная величина T_{zad} . Алгоритм работы подсистемы ПИ-

регулирования определяется формулой $u(t) = k_p e(t) + \frac{e(t)}{T_i}$, где $u(t)$ – управляющее воздействие на электропривод вентилятора; k_p и T_i – коэффициент передачи и постоянная интегрирования регулятора, соответственно.

Настраиваемые параметры регулятора k_p и T_i на рисунке 1, б выделены тенью.

Подсистема controller с нечетким регулятором Fuzzy logic controller (рисунок 1, в), формирующая управляющие воздействия на основе нечеткого логического вывода, используется вместо традиционного ПИ-регулятора. На нечеткий регулятор, управляющий вентилятором, также поступает информация о рассогласовании $e = e(t)$ требуемого $T_{зад}$ и фактического $T_{ен}$ значений температуры после ДВС, и, кроме того, величина скорости изменения этой температуры dT/dt . Нечеткий регулятор формирует управляющие воздействия, изменяя частоту вращения электродвигателя вентилятора.

Рассмотрим подробнее работу нечеткого регулятора Fuzzy Logic Controller. В нечетком регуляторе входные сигналы: рассогласования e , производной dT/dt переводятся в значения нечетких лингвистических переменных, которые используются процедурой нечеткого логического вывода. В реализуемой нечеткой базе знаний при управлении вентилятором как посылки: рассогласование e и скорость изменения температуры dT/dt , так и заключения правил (частота вращения электродвигателя ω) заданы нечеткими множествами.

Процесс приведения к нечеткости (фазификация) заключается в следующем. Диапазоны изменения переменных разбиваются на множества (термы), в пределах каждого из которых строится функция принадлежности переменной каждому из множеств. Функции принадлежности контура нечеткого управления вентилятором системы охлаждения приведены на рисунке 2, а.

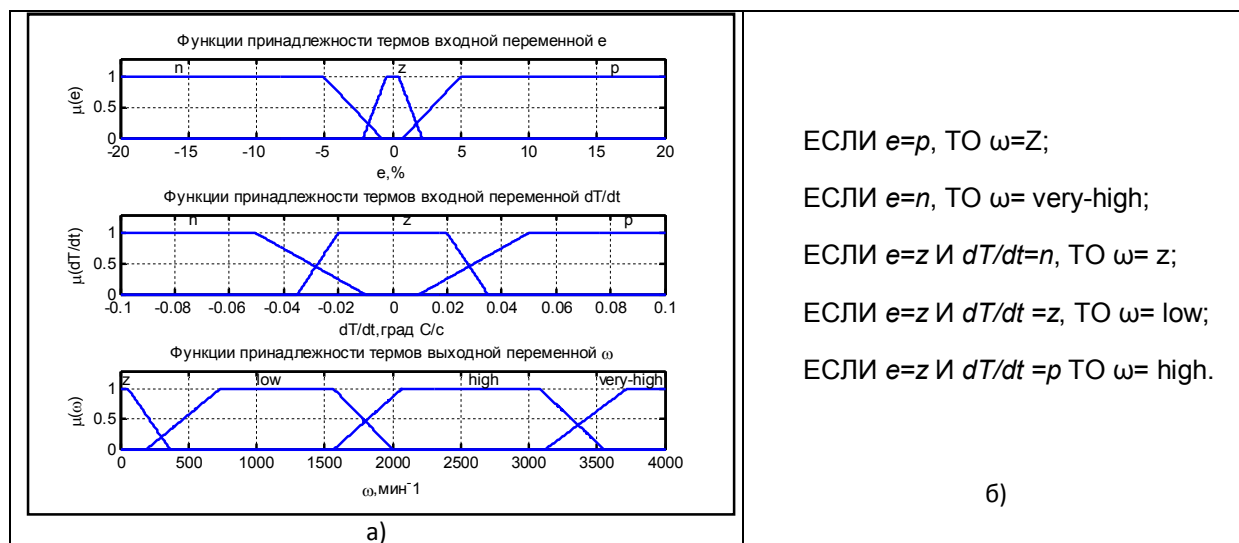


Рис. 2. Построение системы нечеткого управления вентилятором системы охлаждения:
 а) функции принадлежности для термов входных и выходной переменных;
 б) база нечётких продукционных правил

Для нечеткого управления вентилятором диапазоны изменения как входной переменной e (рассогласование), так и входной переменной dT/dt (скорость изменения температуры) разбиваются на три терма. При этом используется общепринятая система обозначений: n – отрицательный (negative), z – нулевой (zero), p – положительный (positive). Например, терму z для входной переменной dT/dt соответствуют малые значения скорости изменения температуры, которые принима-

ются, как характеризующие установившийся процесс.

Функции принадлежности выходной переменной ω (частота вращения электродвигателя), задающей заключение каждого правила, построены в пределах термов: z – нулевой (zero), low – низкий, $high$ – высокий, $very-high$ – очень высокий.

Нечеткий регулятор вентилятора работает на основе базы знаний, содержащей правила, приведенные на рисунке 2, б.

Далее выполняется операция дефаззификации – обратного преобразования нечетких переменных в четкие. При этом четкий вывод осуществляется нахождением взвешенного среднего для получения выходной переменной по формуле

$$\omega = \frac{\sum_{i=1,m} \mu_{\omega}(\omega_i) \omega_i}{\sum_{i=1,m} \mu_{\omega}(\omega_i)},$$

где ω – четкое значение выходной переменной; ω_i – значение выходной переменной для i -го термина с единичным значением степени принадлежности; $\mu_{\omega}(\omega_i)$ – степень принадлежности к этому терму; m – число термов.

Таким образом, значение частоты вращения ω электродвигателя вентилятора является результатом нечеткого логического вывода, выполненного на основе совокупности нечетких правил и нечетких переменных.

Для реализации процедуры оптимизации нечеткой САР параметры функций принадлежности, полученные с помощью экспертных оценок, считались статическими, не требующими настройки. То есть параметры функций принадлежности фиксируются, а в качестве настраиваемых параметров принимаются (как и для традиционных регуляторов) масштабные коэффициенты входных переменных: k_p – для e и k_d – для dT/dt [7] (на рисунке 1, в блоки с параметрами настройки выделены тенью).

Исследования системы охлаждения ДВС с контуром управления вентилятором на ос-

нове математической модели, приведенной на рисунке 1, проводились для различных параметров объекта управления и регуляторов. При этом выполнялся сравнительный анализ нечеткой и традиционной систем регулирования, оптимизируемых по идентичным критериям качества.

На рисунке 3 приведены трехмерные графики зависимостей критерия $J = \int_0^T e^2(t) dt$ от настраиваемых параметров: на рисунке 3, а – для традиционной системы $J = f(k_p, T_i)$ (зависимость от коэффициента передачи k_p и постоянной интегрирования T_i), на рисунке 3, б – для нечеткой системы, $J = f(k_p, k_d)$. Аргументами функции во втором случае (настраиваемыми параметрами) являются масштабные коэффициенты входных переменных: k_p – для e и k_d – для dT/dt .

На графиках показаны точки, соответствующие оптимальным настройкам систем регулирования: при минимальных значениях критериев качества функционирования системы охлаждения $J = \int_0^T e^2(t) dt \rightarrow \min$, как для традиционного ПИ-закона, так и нечеткого регулятора.

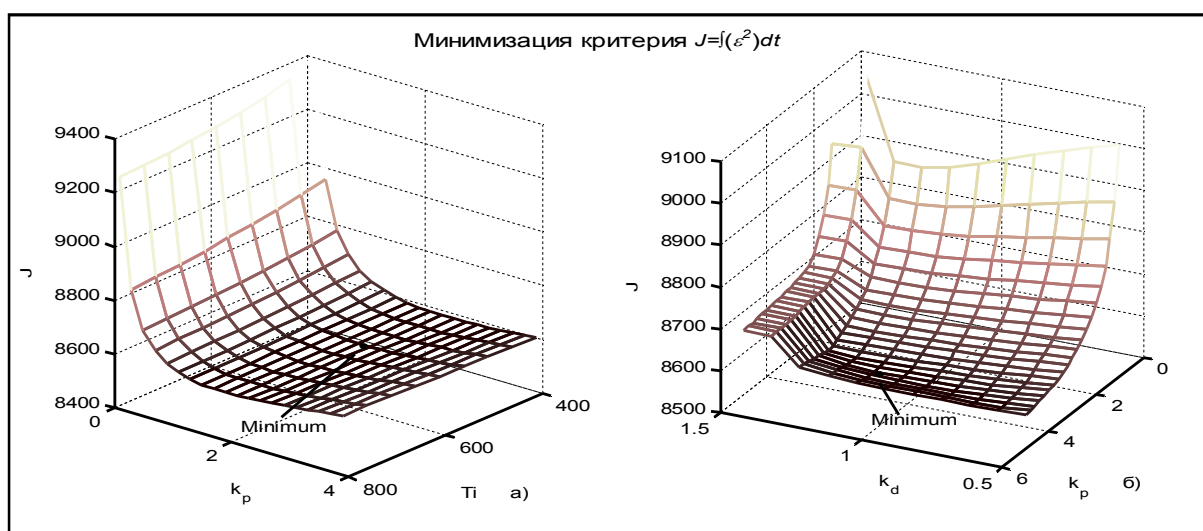


Рис. 3. Выбор параметров САР: а) традиционной; б) нечеткой

Для оптимально настроенных нечеткой и традиционной САР построены графики переходных процессов в системе охлаждения при возмущении повышением температуры теплоносителя на 10 градусов (рис.4,а, б). Каче-

ство переходных процессов для традиционной САР (рис.4,а) и нечеткой САР (рис.4,б) примерно одинаково: перерегулирование отсутствует, требуемое значение температуры устанавливается за малый промежуток вре-

мени, незначительно отличаются затраты на управление (графики изменения частоты вращения вентилятора). При этом следует отметить, что нечеткая САР обеспечивает

несколько лучшую точность регулирования (статическая ошибка меньше на 5%) по сравнению с традиционной САР, имеющей в своем составе зону нечувствительности.

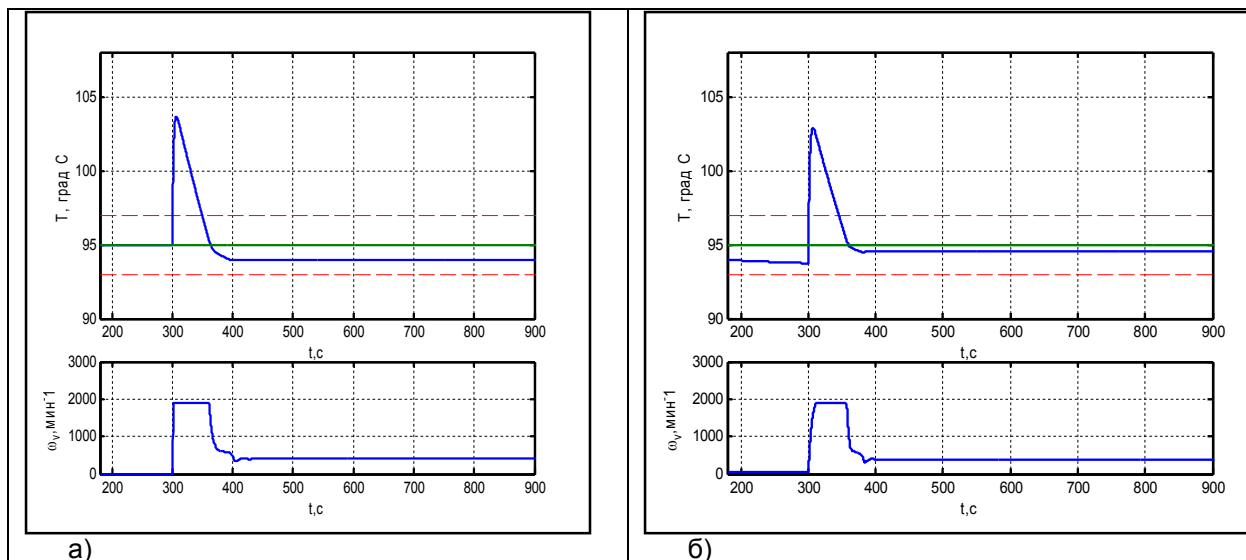


Рис. 4. Переходные процессы в системе охлаждения с оптимально настроенными регуляторами: а) – для традиционной САР; б) – для нечеткой САР

Как отмечалось выше, разрабатываемое устройство для управления частотой вращения вентилятора предполагается применять для различных марок автомобилей, динамические характеристики системы охлаждения которых могут существенно отличаться. При этом необходимо создать регулятор, способ-

ный осуществлять управление при этих условиях наилучшим образом.

На рисунке 5, а, б приведены результаты исследования системы охлаждения при изменении параметров объекта управления: а именно, при трехкратном увеличении его постоянной времени.

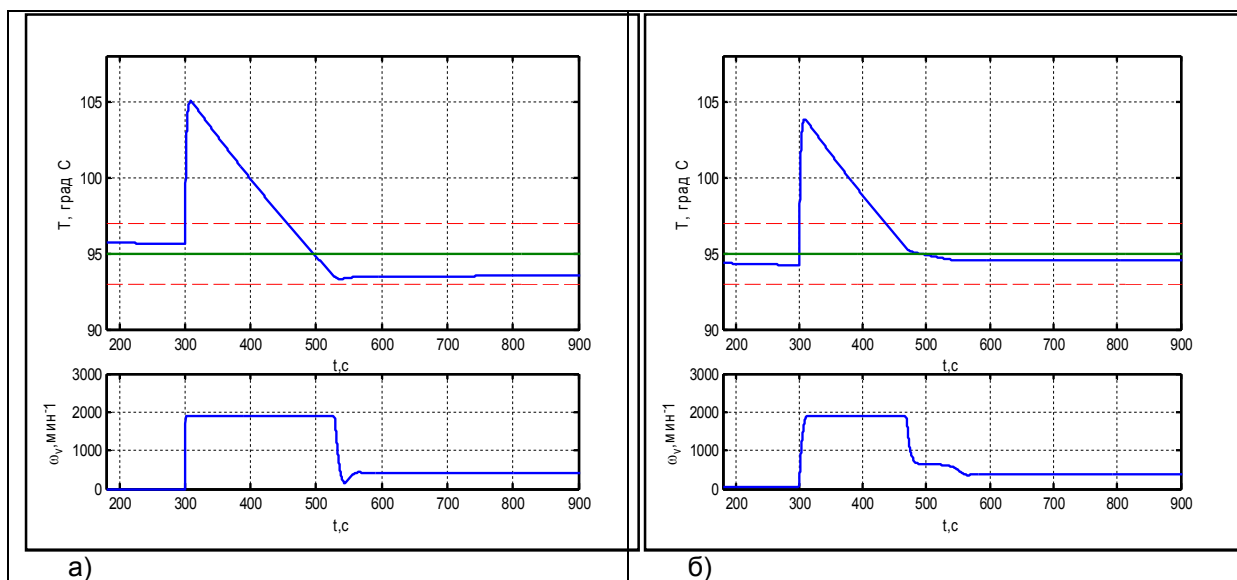


Рис. 5. Переходные процессы в системе охлаждения при трехкратном увеличении постоянной времени объекта управления: а) – для традиционной САР; б) – для нечеткой САР

Из графиков переходных процессов на рисунке 5, а следует, что качество регулирования традиционной САР (оптимальные настройки которой выполнены для объекта с втрое меньшим значением постоянной времени) при таком изменении характеристик объекта ухудшается. Длительность переходного процесса и затраты на управление увеличились.

В то же время нечеткая САР (рисунок 5, б), для которой оптимальные настройки также выбирались для объекта с втрое меньшим значением постоянной времени, обеспечивает лучшее качество регулирования. Наблюдается уменьшение длительности переходного процесса и затрат на управление: время работы вентилятора с максимальной частотой вращения сократилось на 25% по сравнению с традиционной САР.

Следует отметить, что нечеткая САР обеспечивает улучшение качества регулирования за счет своих существенно нелинейных характеристик (определяемых функциями принадлежности переменных и базо продукционных правил), позволяющих формировать управляющее воздействие на электропривод вентилятора в зависимости от характеристик объекта управления.

Таким образом, получено, что нечеткая САР менее чувствительна к вариациям параметров объекта управления, чем традиционная. Поэтому нечеткая САР в более широком диапазоне настроек позволяет обеспечить высокое качество регулирования температуры ДВС, а также реализовать управление при действии возмущающих факторов.

В связи с тем, что разрабатываемое устройство предполагается использовать для различных марок автомобилей, характеристики систем охлаждения которых могут существенно отличаться, то использование в качестве дополнительного устройства регулятора с нечетким логическим выводом предпочтительнее.

Заключение

В результате проведенного исследования получено, что предлагаемая система охлаждения ДВС, реализующая управление вентилятором на базе нечеткого логического регулятора, плавно изменяющего частоту вращения электродвигателя, работоспособна и более эффективна, чем традиционная.

Отмечено, что система управления охлаждением ДВС, построенная на основе нечеткого логического вывода обладает высокой точностью поддержания рабочей температуры двигателя и, стабилизируя тепловое со-

стояние двигателя, тем самым, обеспечивает достижение высоких экономических и экологических показателей его работы.

Библиографический список

1. Гаврилов, А.К. Системы жидкостного охлаждения автотракторных двигателей / А.К. Гаврилов. – М.: Машиностроение, 1966. – 164 с.
2. Сайт конструкторского бюро автоэлектроники "СиличЪ", Екатеринбург. <http://www.silich.ru/>.
3. Штовба, С.Д. Проектирование нечетких систем средствами MATLAB/ С.Д. Штовба. – М.: Горячая линия – Телеком, 2007. – 288 с.
4. Денисов, В.П. Управление системой охлаждения двигателей внутреннего сгорания на основе нечеткого логического вывода / В.П. Денисов, И.И. Матяш, О.О. Мироничева // Вестник СибАДИ. – 2012. – № 25. – С. 11-17.
5. Денисов, В.П. Повышение надежности эксплуатации автомобиля при управлении системой охлаждения двигателя внутреннего сгорания / В.П. Денисов, И.И. Матяш, О.О. Мироничева // Вестник СибАДИ. – 2012. – № 5 (27). – С. 25-30.
6. Денисов, В.П. Система регулирования температуры ДВС / В.П. Денисов, В.В. Максимов // Автомобильная промышленность. – 2012. – № 3. – С. 17-18.
7. Денисова, Л.А. Автоматизация синтеза нечеткой системы регулирования с использованием многокритериальной оптимизации и генетических алгоритмов / Л.А. Денисова // Автоматизация в промышленности. – 2014. – № 3. – С. 54-62.
8. Денисова, Л.А. Синтез системы регулирования с коррекцией задающего воздействия на основе нечеткого логического вывода / Л.А. Денисова // Омский научный вестник. – 2009. – № 1 (77). – С. 184-191.
9. Драгомиров, С.Г. Математическая модель системы автоматического регулирования температуры двигателя / Драгомиров, С.Г. и др. // Электроника и электрооборудование транспорта. – 2010. – № 2-3. – С. 2-5.

MATHEMATICAL MODELING OF THE ADDITIONAL EQUIPMENT OF THE INTERNAL COMBUSTION ENGINE COOLING SYSTEM

V.P. Denisov, A.P. Dombrovsky, V.A. Mescheryakov

Abstract. The method of a choice of the additional equipment of the internal combustion engine (ICE) cooling system is considered. The ICE cooling system is offered that realizes the fan control on the basis of the fuzzy logic controller. The controller smoothly changes the electric motor rotation frequency. For choice of the engine thermal condition stabilization device the mathematical modeling in MATLAB/Simulink/Fuzzy Logic Toolbox is used.

Keywords: cooling system, internal combustion engine, control of the fan, indistinct regulator, mathematical modeling.

References

1. Gavrilov A.K. *Sistemy zhidkostnogo ohlazhdenija avtotraktornykh dvigatelej* [Systems of liquid cooling of autotractor engines]. Moscow, Mashinostroenie, 1966. 164 p.
2. Sajt konstruktorskogo bjuro avtojelektroniki "Silich###", Ekaterinburg. <http://www.silich.ru/>.
3. Shtovba S.D. *Proektirovanie nechetkih sistem sredstvami MATLAB* [Design of indistinct systems means of MATLAB]. Moscow, Gorja-chaja linija Telekom, 2007. 288 p.
4. Denisov V.P., Matjash I.I., Mironicheva O.O. Upravlenie sistemoj ohlazhdenija dvigatelej vnutrennego sgoranija na osnove nechetkogo logicheskogo vyvoda [Management of cooling of internal combustion engines of system on the basis of an indistinct logical conclusion]. *Vestnik SibADI*, 2012, no 25. pp. 11-17.
5. Denisov V.P., Matjash I.I., Mironicheva O.O. Povyshenie nadezhnosti jeks-pluatacii avtomobilja pri upravlenii sistemoj ohlazhdenija dvigatelja vnutrennego sgoranija [Increase of reliability of operation of the car at control of the cooling system of internal combustion engine]. *Vestnik SibADI*, 2012, no 5 (27). pp. 25-30.
6. Denisov V.P., Maksimov V.V. Sistema regulirovanija temperatury DVS [Sistema of regulation of temperature of DVS]. *Avtomobil'naja promyshlennost'*, 2012, no 3. pp. 17-18.
7. Denisova L.A. Avtomatizacija sinteza nechetkoj sistemy regulirovanija s ispol'zovaniem mnogokriterial'noj optimizacii i geneticheskikh algoritmov [Automation of synthesis of indistinct system of regulation with use of multicriteria optimization and genetic algorithms]. *Avtomatizacija v promyshlennosti*, 2014, no 3. pp. 54-62.
8. Denisova L.A. Sintez sistemy regulirovanija s korekciej zadajushhego vozdeystvija na osnove nechetkogo logicheskogo vyvoda [Synthesis of system of regulation with correction of the setting influence on the basis of an indistinct logical conclusion]. *Omskij nauchnyj vestnik*, 2009, no 1 (77). pp. 184-191.
9. Dragomirov S.G. Matematicheskaja model' sistemy avtomaticheskogo regulirovanija temperatury dvigatelja [Matematicheskaja model of system of au-

tomatic control of temperature engine]. *Jelektronika i jelektooborudovanie transporta*, 2010, no 2-3. pp. 2-5.

Денисов Владимир Петрович (Россия, г. Омск) – доктор технических наук, доцент, профессор каф. «ТД и ЭАТ» ФГБОУ ВПО «СибАДИ»; профессор каф. «Высшая математика и информатика», Омский филиал Финансового университета при Правительстве РФ (644080, г. Омск, пр. Мира, 5, e-mail: vpdenisov@mail333.com).

Домбровский Андрей Петрович (Россия, г. Омск) – аспирант, ФГБОУ ВПО «СибАДИ» 644080, г. Омск, пр. Мира, 5).

Мещеряков Виталий Александрович (Россия, г. Омск) – доктор технических наук, доцент, зав. каф. «Высшая математика и информатика», Омский филиал Финансового университета при Правительстве РФ; профессор каф. «Техника для строительства и сервиса нефтегазовых комплексов и инфраструктур», ФГБОУ ВПО «СибАДИ» (644001 ул. Масленникова, 43, Омск, e-mail: VAMescheryakov@fa.ru).

Denisov Vladimir Petrovich (Russian Federation, Omsk) – doctor of technical sciences, the associate professor, professor «TD and EAT» of The Siberian automobile and highway academy (SIBADI), professor "The higher mathematics and informatics", Omsk branch of Financial university at the Government of the Russian Federation (644080, Omsk, Mira Ave., 5, e-mail: vpdenisov@mail333.com).

Dombrovsky Andrey (Russian Federation, Omsk) – graduate student, of The Siberian automobile and highway academy (SIBADI) (644080, Omsk, Mira Ave., 5).

Meshcheryakov Vitaly Aleksandrovich (Russian Federation, Omsk) – doctor of technical sciences, the associate professor, the manager. "The higher mathematics and informatics", Omsk branch of Financial University under the Government of the Russian Federation; The Siberian automobile and highway academy (SIBADI) (644001 Omsk, Maslennikova, 43, e-mail: VAMescheryakov@fa.ru).

УДК 625.76.08:519.677:625.8

АНАЛИЗ МАТЕМАТИЧЕСКОГО ОПИСАНИЯ ПРОЦЕССА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ФРЕЗЕРНОГО РАБОЧЕГО ОРГАНА С РАЗРАБАТЫВАЕМОЙ СРЕДОЙ

В.Н. Кузнецова, Н.А. Кирюшкина
ФГБОУ ВПО «СибАДИ», г. Омск, Россия.

Аннотация. В статье приведен анализ взаимодействия рабочих органов дорожных фрез с асфальтобетонным покрытием автомобильных дорог. Рассмотрены различные методики расчета параметров процесса фрезерования, схема векторов сил, действующих на зуб фрезы при встречном и попутном фрезеровании, одномерная модель колебательной системы для одного зуба фрезы, на который действует сила резания. При математическом описании процесса взаимодействия фрезерного рабочего органа с асфальтобетонным покрытием необходимо учитывать множество изменяющихся факторов. Возникает необходимость в создании теоретической и экспериментальной базы для проведения исследований в этом научном направлении.

Ключевые слова: дорожная фреза, асфальтобетонное покрытие, фрезерный барабан, вертикальная составляющая сил резания, контакт фрезы со средой, глубина резания, угол срезания.

Введение

Фрезерование асфальтобетонного покрытия с дальнейшей его переработкой является одним из современных и прогрессивных методов восстановления дорожных одежд, так как позволяет получить покрытие со сроком службы, аналогичным достигаемому при новом строительстве.

Во время взаимодействия фрезерного рабочего органа с асфальтобетоном возникает процесс с большим разнообразием факторов. Они зависят от схемы фрезерования и могут изменять свои значения в течение одного рабочего цикла фрезы. Проведем анализ существующих методик описания процесса фрезерования.

Математический анализ процесса фрезерования

В работе Гурина В.Д. [1] приведена методика расчета мгновенных значений окружной F_{zi} и радиальной F_{yi} составляющих силы резания по измеренным в этот же момент времени работы инструмента силам F_{Hi} и F_{Yi} : сила F_{Hi} параллельна направлению вектора V_s скорости подачи и определяется в плоской прямоугольной системе координат (X, Y) по координате X ; а сила F_{Yi} , нормальная к силе F_{Hi} , - по координате Y . Рассматриваемые силовые параметры представляют собой векторы, находящиеся в соответствующих плоских декартовых системах координат. (рис. 1).

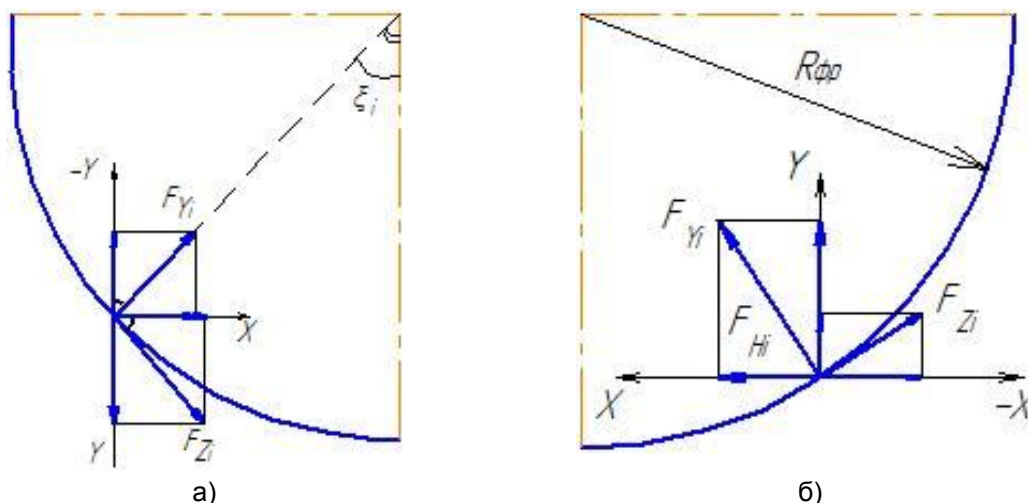


Рис.1. Схема векторов сил, действующих на зуб фрезы при встречном (а) и попутном (б) фрезеровании

Известно, что при контакте режущей кромки с обрабатываемым материалом возникает сила резания, которая пропорциональна площади поверхности контакта стружки с режущей частью инструмента и зависит от свойств обрабатываемого материала. Существует несколько экспериментально полученных зависимостей для определения силы резания. Проанализируем две из наиболее распространенных:

- линейная зависимость, предложенная в [2]:

$$F_1 = K_s ab, \quad (1)$$

где K_s - удельная сила резания, Н/мм²; a - осевая глубина резания, мм; b - радиальная глубина резания, мм;

- нелинейная зависимость, предложенная в [3]:

$$F_2 = K_s ab^x F, \quad (2)$$

где $x = \text{const}$ - коэффициент, при разных условиях резания изменяющийся от 0,7 до 0,8.

Система резания в совокупности является нелинейной. Однако, приняв ряд допущений (например, сократив число степеней свободы), можно избавиться от большинства нелинейных величин. Относительно устойчивости линейные и нелинейные системы проявляют себя неодинаково. Устойчивая при малых возмущениях линейная система будет устойчивой и при больших возмущениях. Система описывается нелинейным дифференциальным уравнением и может быть устойчивой при малых и неустойчивой при больших возмущениях.

Коэффициент удельной силы резания определяется экспериментально. Ведущие производители инструментов составляют таблицы параметра K_s для основных сплавов [4]. При фрезеровании глубина резания в радиальном направлении зависит от угла зацепления между фрезой и заготовкой. Данный параметр можно выразить через относительную величину Rl - относительное радиальное врезание, %: $Rl = 100b/D$ где D - диаметр фрезы. Рассмотрим одномерную модель колебательной системы для одного зуба фрезы, на который действует сила резания (рис. 2).

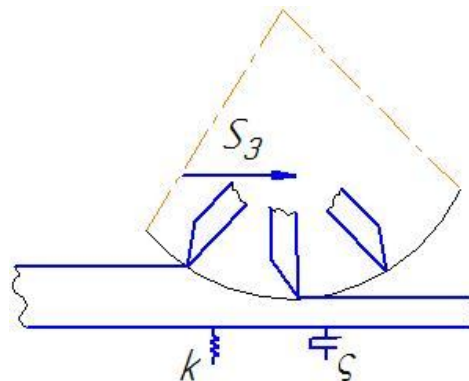


Рис. 2. Модель фрезерования

Уравнение смещения режущей кромки под действием периодической силы с одной степенью свободы имеет вид:

$$q + 2\zeta\omega_0\dot{q} + \omega_0^2q = \frac{\omega_0^2}{k}F, \quad (3)$$

где q , \dot{q} , \ddot{q} - соответственно вибросмещение, виброскорость, виброускорение; ζ - относительный коэффициент демпфирования; ω_0 - частота собственных колебаний системы, рад/с; k - коэффициент жесткости, Н/м; F - сила внешнего воздействия [5].

Известно, что на величины главной (окружной) P_z и радиальной P_y составляющих силы резания влияет глубина фрезерования. В отличие от других методов механической обработки, например точения, при фрезеровании от глубины резания зависят не только величины, но и направления сил, в частности направление влияющей на точность и шероховатость обработанной поверхности вертикальной составляющей P^u силы резания.

В работе [6] расчетным путем показано, что при встречном фрезеровании плоскости вертикальная составляющая P^u силы резания может быть направлена как вверх, так и вниз. Ее направление зависит от соотношения глубины t резания и диаметра D фрезы. Этот вывод подтверждается следующим простым расчетом, в результате которого может быть найдена глубина t резания, при которой сила $P^u = 0$.

Исходя из допущения, что результирующая сила P_{yz} действия фрезы на заготовку сосредоточена в середине дуги ВС их контакта, найдем проекции окружной P_z и радиальной P_y составляющих сил на вертикальную ось:

$$P_y \cos\left(\frac{\varphi}{2}\right) = P_z \sin\left(\frac{\varphi}{2}\right), \quad (4)$$

где φ - угол контакта фрезы со средой

Таким образом, при глубине резания $t = D \frac{k^2}{1+k^2}$ вертикальная составляющая

сила $P^u = 0$. Так как $P_y^u = P_z^u$ (рис. 3,а).

Если $t > t = D \frac{k^2}{1+k^2}$ то P^u направлена в верх, так как $P_y^u > P_z^u$ (рис. 3,б).

Если $t < t = D \frac{k^2}{1+k^2}$, то P^u направлена вниз, так как $P_y^u < P_z^u$ (рис.3, в).

Глубина t резания, при которой сила $P_u = 0$, зависит от отношения $\frac{P_y^u}{P_z^u} = k$. Обычно принимают $k = 0.4 \div 0.6$. При $k = 0,4$ глубина резания $t = 0,14D$ (например, если $D = 35$ мм, то $t = 4,8$ мм); при $k = 0,5$ $t = 0,2 D$; при $k = 0,6$ $t = 0,26 D$.

Если глубина t резания больше указанных значений, то сила P^u направлена вверх, если меньше – вниз [7].

Заключение

Анализ приведенных математических зависимостей показывает, что при математическом описании процесса взаимодействия фрезерного рабочего органа с асфальтобетонным покрытием дорог необходимо учитывать целый ряд изменяющихся факторов: угол установки резца на барабане, скорость и частоту вращения барабана, угол контакта резцов с асфальтобетонным покрытием, конструктивные параметры резцов и фрезы и другие. Возникает необходимость в создании теоретической и экспериментальной базы для проведения исследований в этом научном направлении.

Библиографический список

1. Гурин, В.Д. Исследование силовых параметров при фрезеровании концевыми фрезами для диагностирования их состояния / В.Д. Гурин, С.М. Григорьев, С.В. Алешин, В.А. Семенов // Вестник машиностроения. – 2005. – № 9. – С. 19-22.
2. Analytical prediction chatter stability in milling./ Budak, E, Altintas Y. / P. I: General formulation // Journal of Dynamic Systems, Measurement and Control. Transactions of the ASME. 1998. № 120. I. 1. P. 22-30.
3. Modelling nonlinear regenerative effects in metal cutting/ Stepan, G. // Philosophical transaction of the Royal Society of London. 2001. № 359. I. 1781. P. 739-757

4. Вращающийся инструмент Sandvik. Фрезерование. Сандвикен: Spoon publishing, 2012. – 359 с.

5. Красильников, А. Я. Исследования устойчивости систем с запаздыванием, описывающих процесс фрезерования, в случае с одной степенью свободы / А. Я. Красильников, К. Ю. Кравченко // Вестник машиностроения – 2013. – № 9. – С. 67-75.

6. Игнатов, М. Г. К вопросу об изменении вектора вертикальной составляющей силы резания при встречном фрезеровании / М. Г. Игнатов, С. В. Бабин, А. Е. Перминов // Вестник машиностроения. – 2006. – № 1. – С. 75-76.

7. Игнатов, М.Г. Влияние вектора вертикальной составляющей силы резания на точность и шероховатость обрабатываемой поверхности при встречном фрезеровании / М. Г. Игнатов, А. Е. Перминов, Е.Ю. Прокофьев // Вестник машиностроения. – 2008. – № 9. – С. 49-50.

ANALYSIS OF MATHEMATICAL DESCRIBE THE INTERACTION CUTTER WORKING BODY DEVELOPS ENVIRONMENT

V. N. Kuznetsova, N.A. Kiryushkina

Abstract. This article analyzes the interaction of working bodies of milling machines with asphalt roads. Various methods of calculating the parameters of the milling process, the scheme vectors of the forces acting on the tooth cutter with a head and a tail milling, one-dimensional model of the oscillating system for single-tooth cutter, which operates on the cutting force. When the mathematical description of the process of interaction with the working body of the milling asphalt need to consider many changing factors necessary to create a theoretical and experimental base for scientific research in this direction.

Keywords: road milling, asphalt coating, milling drum, the vertical component of the cutting forces, the cutter contact with the environment, cutting depth, cutting angle.

References

1. Gurin V.D., Grigoriev S.M., Aleshin S.V., Semenov V.A. Issledovanie silovyh parametrov pri frezerovanie koncevymi frezami dlya diagnostirovaniya ih sostojaniya [Investigation of power parameters for milling end mills to diagnose their condition]. *Vestnik mashinostroeniya*, 2005, no 9. pp. 19-22.
2. Analytical prediction chatter stability in milling./ Budak, E, Altintas Y. / P. I: General formulation // Journal of Dynamic Systems, Measurement and Control. Transactions of the ASME. 1998. № 120. I. 1. P. 22-30.
3. Modelling nonlinear regenerative effects in metal cutting/ Stepan, G. // Philosophical transaction of the Royal Society of London. 2001. № 359. I. 1781. P. 739-757
4. *Vrashhajushhjsja instrument Sandvik. Frezerovanie. Sandviken* [The rotary tool Sandvik. Milling. Sandviken: Spoon publishing], 2012. 359 pp.

5. Krasilnikov, A.Y., Kravchenko K.Y. Issledovaniya us-tojchivosti sistem s zapazdyvaniem, opisy-vajushhih process frezerovaniya, v sluchae s odnoj stepen'ju svobody [Investigation of the stability of systems with delay, describing the process of milling, in the case of one degree of freedom]. *Vestnik mashinostroeniya*, 2013, no 9. pp. 67-75.

6. Ignatov M.G., Babin S.V., Perminov A.E. K voprosu ob izmenenii vektora vertikal'noj sostavljajushhej sily rezaniya pri vstrechnom frezerovanii [On the question of changing the vector of the vertical component of the cutting force with a head milling]. *Vestnik mashinostroeniya*, 2006, no 1. pp. 75-76.

7. Ignatov M.G. Perminov A.E., Prokofiev E.Y. Vlijanie vektora vertikal'noj sostavljajushhej sily rezaniya na tochnost' i sherohovatost' obrabatyvaemoj po-verhnosti pri vstrechnom frezerovanii [Influence of vertical component of the vector cutting forces on the accuracy and roughness of the surface to be treated with a head milling]. *Vestnik mashinostroeniya*, 2008, no 9. pp. 49-50.

Кузнецова Виктория Николаевна (Омск, Россия) – доктор технических наук, профессор кафедры "Эксплуатация транспортно-

технологических машин и комплексов в строительстве (ЭСМиК)" ФГБОУ ВПО «СибАДИ» (644080, г. Омск, пр. Мира, 5, e-mail: dissovetsibadi@bk.ru).

Кiryushkina Нина Александровна (Омск, Россия) – аспирантка кафедры "Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов в строительстве (ЭСМиК)" ФГБОУ ВПО «СибАДИ» (644080, г. Омск, пр. Мира, 5, e-mail: vesnyshka_28@mail.ru).

Kuznetsova Victoria Nikolaevna (Russian Federation, Omsk) – doctor of technical sciences, professor "Operation of transport technological machines and complexes in construction" of The Siberian automobile and highway academy (SIBADI) (644080, Omsk, Mira Ave., 5, e-mail: dissovetsibadi@bk.ru).

Kiryushkina Nina Aleksandrovna (Russian Federation, Omsk) – the graduate student of "Operation of Transport Technological Machines and Complexes in Construction (ESMIK)" of The Siberian automobile and highway academy (SIBADI) (644080, Omsk, Mira Ave., 5, e-mail: vesnyshka_28@mail.ru).

УДК 621.879.3

АЛГОРИТМ АВТОМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ РАБОЧИМ ПРОЦЕССОМ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО ОДНОКОВШОВОГО ЭКСКАВАТОРА

Р.Ю. Сухарев, А.В. Старостин
ФГБОУ ВПО «СибАДИ», Россия, г. Омск.

Аннотация. В статье представлен алгоритм работы автоматической системы управления рабочего процесса одноковшового гидравлического экскаватора (ЭОГ), позволяющий осуществлять автоматическую разработку траншей, а также расчетная схема положения рабочего органа ЭОГ. Данный алгоритм автоматической разработки траншеи ЭОГ позволит вести разработку траншеи с заданными глубиной, длиной и в заданном направлении автоматически, без участия человека-оператора, что позволит повысить эксплуатационную производительность ЭОГ.

Ключевые слова: гидравлический одноковшовый экскаватор, алгоритм автоматизации, автоматическая разработка траншеи.

Введение

На сегодняшний день очень остро стоит вопрос рационализации, модернизации и совершенствования дорожного строительства, в том числе дорожных, строительных и подъемно-транспортных машин, а также систем управления. Одной из наиболее распространенных землеройных машин является ЭОГ.

На данный момент, в мире существует ряд автоматизированных систем управления ЭОГ. По принципу действия все эти системы являются индикаторными, то есть они позволяют человеку-оператору визуально отсле-

живать положение режущей кромки ковша в рабочем пространстве. Несмотря на точные показания положения режущей кромки ковша в рабочем пространстве (погрешность не превышает 10 мм), человеческий фактор ничем не компенсируется и по-прежнему оказывает существенное влияние как на производительность, точность работ, так и на время, необходимое для выполнения строительных работ.

В данной статье речь пойдет о разработках в области автоматизации рабочего про-

цесса ЭОГ, а именно о системе автоматического управления рабочим процессом ЭОГ.

Автоматическая система управления одноковшовым гидравлическим экскаватором. Уравнения геометрических связей

На данный момент разработана расчетная пространственная схема ЭОГ (рис.1). Основными расчетными звеньями являются:

- 1) Базовая машина, включая платформу ЭОГ с центром масс в точке O_1 и связанной с ней системой координат $O_1X_1Y_1Z_1$.
- 2) Стрела с центром масс в точке O_{g2} и связанной с ней системой координат $O_2X_2Y_2Z_2$.
- 3) Рукоять с центром масс в точке O_3 и связанной с ней системой координат $O_3X_3Y_3Z_3$.
- 4) Ковш с центром масс в точке O_{g4} и связанной с ним системой координат $O_4X_4Z_4Y_4$.

Математическое описание ЭОГ начинается с выбора его обобщенных координат, так чтобы каждая координата описывала состояние соответствующего звена расчетной схемы. При этом разным способом выбора обобщенных координат соответствуют различные по сложности и наглядности уравнения кинематики и динамики ЭОГ[1,2,3].

Выбранные обобщенные координаты для принятой расчетной схемы с соответствующими степенями свободы (q) [2]: q_1, Y_0 – перемещение центра масс точки O_1 вдоль оси O_0X_0 ; q_2, Y_0 – поворот платформы ЭОГ вокруг оси O_0X_0 ; q_3, U_0 – поворот платформы ЭОГ вокруг оси O_0Y_0 ; q_4, Ψ_0 – поворот платформы ЭОГ вокруг оси O_0Z_0 ; q_5, U_1 – поворот стрелы ЭОГ вокруг оси O_1Z_1 ; q_6, U_2 – поворот рукояти ЭОГ вокруг оси O_2Z_2 ; q_7, U_3 – поворот ковша ЭОГ вокруг оси O_3Z_3 .

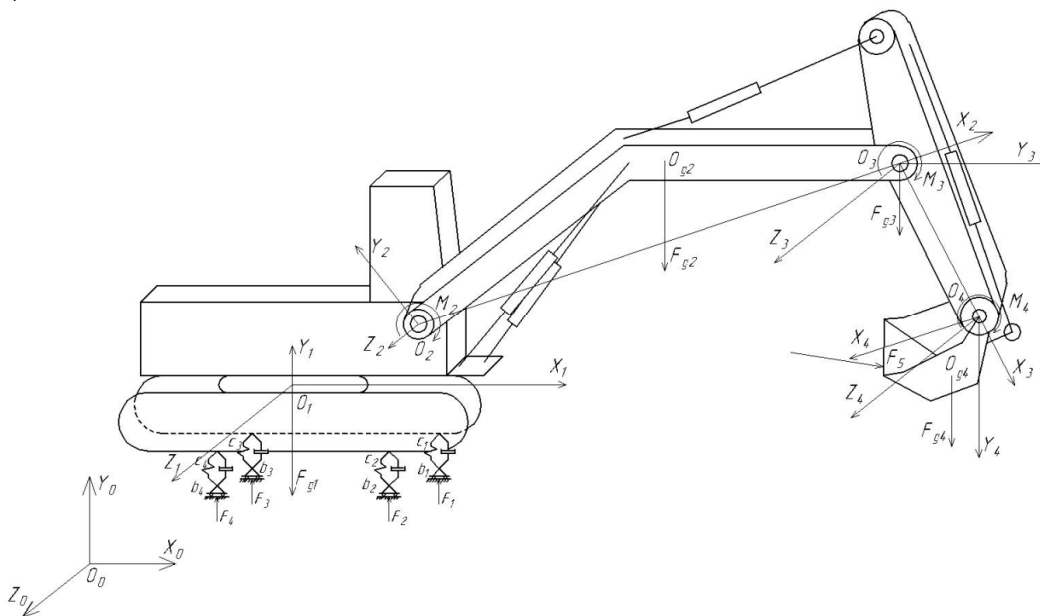


Рис. 1. Расчетная пространственная схема одноковшового гидравлического экскаватора

Со стороны гидропривода на рабочее оборудование действуют моменты сил M_2, M_3, M_4 . Реакции грунта на элементы ходового оборудования представлены силами F_1, F_2, F_3 и F_4 . Реакция грунта на рабочий орган представлена вектором \vec{F}_5 :

$$\vec{F}_5 = [F_{5X}, F_{5Y}, F_{5Z}, 1]^T \quad (1)$$

Упруго-вязкие свойства связей, наложенных на элементы ходового оборудования, характеризуются коэффициентами жесткости c_1, c_2 и коэффициентами вязкости b_1, b_2 [2,4,5].

Для проведения анализа кинематических характеристик ЭОГ, необходимых для выяв-

ления основных закономерностей влияния изменения обобщенных координат расчетной схемы ЭОГ, погрешностей координат расчетной схемы ЭОГ, погрешностей информационно-измерительного устройства, конструктивных параметров ЭОГ, составим уравнения геометрической связи между элементами рабочего оборудования [2,6,7].

Учитывая условие некоммутативности углов Эйлера, определяющих поворот систем координат относительно друг друга, и выбранную последовательность поворота локальных систем координат вокруг осей Z_i, Y_i и X_i на соответствующие углы Ψ_i, U_i и Y_i для принятой расчетной схемы матрица перехода

из систем координат $O_1X_1Y_1Z_1$ в систему ко-

$$A_1 = \begin{bmatrix} \cos q_6 \cdot \cos q_5 & \sin q_5 & -\sin q_6 \cdot \cos q_5 & 0 \\ \sin q_6 \cdot \sin q_4 - & & \cos q_6 \cdot \sin q_4 + & Y_1 \\ -\cos q_6 \cdot \cos q_4 \cdot \sin q_4 & \cos q_5 \cdot \cos q_4 & +\sin q_6 \cdot \cos q_4 \cdot \sin q_4 & \\ \sin q_6 \cdot \cos q_4 + & & \cos q_6 \cdot \cos q_4 - & 0 \\ +\cos q_6 \cdot \sin q_4 \cdot \sin q_5 & -\cos q_5 \cdot \sin q_4 & -\sin q_6 \cdot \sin q_4 \cdot \sin q_5 & \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (2)$$

ординат $O_0X_0Y_0Z_0$ имеет вид [1,2,8]:

Матрица перехода из системы координат $O_2X_2Y_2Z_2$ в систему координат $O_1X_1Y_1Z_1$ имеет вид:

$$A_2 = \begin{bmatrix} \cos q_7 & \sin q_7 & 0 & l_1 \\ -\sin q_7 & \cos q_7 & 0 & l_2 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad (3)$$

где l_1 и l_2 – линейные размеры ЭОГ, определяющие положение точки O_2 в системе координат $O_1X_1Y_1Z_1$ по соответствующим осям O_1X_1 и O_1Y_1 .

Матрица перехода из системы координат $O_3X_3Y_3Z_3$ в систему координат $O_2X_2Y_2Z_2$ имеет вид:

$$A_3 = \begin{bmatrix} \cos q_8 & \sin q_8 & 0 & l_3 \\ -\sin q_8 & \cos q_8 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad (4)$$

где l_3 – расстояние между центрами шарниров крепления стрелы и рукояти.

Матрица перехода из системы координат $O_4X_4Y_4Z_4$ в систему координат $O_3X_3Y_3Z_3$ имеет вид:

$$A_4 = \begin{bmatrix} \cos q_9 & \sin q_9 & 0 & l_4 \\ -\sin q_9 & \cos q_9 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad (5)$$

где l_4 – расстояние между центрами шарниров крепления рукояти и ковша.

Матрицы перехода из i -ой локальной системы координат в инерциальную систему ко-

ординат представлены следующими формулами [2,6]:

$$T_1 = A_1; \quad (6)$$

$$T_2 = A_1 \cdot A_2; \quad (7)$$

$$T_3 = A_1 \cdot A_2 \cdot A_3; \quad (8)$$

$$T_4 = A_1 \cdot A_2 \cdot A_3 \cdot A_4. \quad (9)$$

Алгоритм автоматической разработки траншеи одноковшовым гидравлическим экскаватором

Разработка траншеи под проектную отметку является одним из наиболее важных видов строительных работ, осуществляемых одноковшовым экскаватором. Однако, на сегодняшний день, не существует оптимального алгоритма работы ЭОГ, позволяющего автоматизировать процесс разработки траншей и полностью исключить человеческий фактор, который негативно влияет на производительность, точность осуществляемых работ и на общее время, требуемое для выполнения работ [1,2,4].

С целью повышения качества проводимых работ, а также повышения производительности на основании представленной выше расчетной пространственной схемы был получен алгоритм автоматизации рабочего процесса разработки траншеи (рис.3).

Плоская расчетная схема определения положения рабочего оборудования ЭОГ в продольной плоскости представлена на рисунке 2. Данная схема также позволяет определить длину разрабатываемого участка траншеи, а также высотное положение ковша в любой момент времени используя габаритные размеры рабочего оборудования ЭОГ.

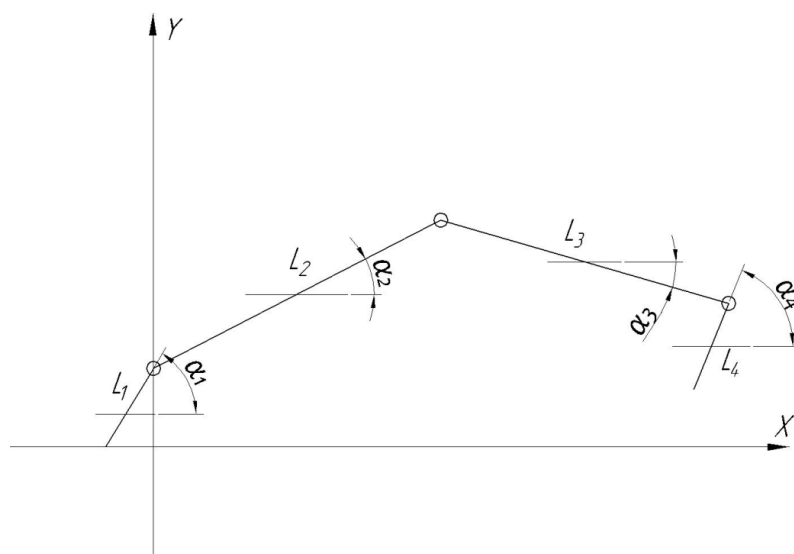


Рис. 2. Определение положения рабочего оборудования гидравлического одноковшового экскаватора в продольной плоскости

Для того, чтобы определить положение рабочего оборудования ЭОГ в продольной плоскости, необходимо знать габаритные размеры элементов рабочего оборудования: стрелы L_2 , рукояти L_3 , а также расстояние от шарнира крепления ковша до режущей кромки, принятое как длина ковша L_4 и габаритный размер базы машины L_1 (высота крепления шарнира стрелы). Зная углы наклона базы машины α_1 , стрелы α_2 , рукояти α_3 и ковша α_4 относительно гравитационной горизонтали можно определить положение режущей кромки ковша в плоскости в любой момент времени, а именно найти ее координаты по высоте H и по длине L :

$$L = L_1 \cdot \cos \alpha_1 + L_2 \cdot \cos \alpha_2 + L_3 \cdot \cos \alpha_3 - L_4 \cdot \cos \alpha_4; \quad (10)$$

$$H = L_1 \cdot \sin \alpha_1 + L_2 \cdot \sin \alpha_2 + L_3 \cdot \sin \alpha_3 - L_4 \cdot \sin \alpha_4. \quad (11)$$

Алгоритм представляет собой последовательность действий, состоящих из стандартных операций рабочего цикла разработки траншеи ЭОГ и расчетных параметров.

Алгоритм является циклическим повторенный вышеуказанных действий. Начало работы: оператор задаются следующие параметры: глубина, длина и направление траншеи. Далее начинается рабочий цикл экскаватора: осуществляется заглубление ковша в грунт гидроцилиндром стрелы до момента достижения максимального давления в данном гидроцилиндре. Затем осуществляется копание гидроцилиндром ковша, так как данный метод копания грунта позволяет получить максимальную силу на режущей кромке ковша. Наполнение ковша осуществляется до

момента полного заполнения грунтом. Следующим действием наполненный ковш поднимается до высоты, позволяющей произвести поворот платформы экскаватора в сторону отвала. Затем происходит опрокидывание ковша с грунтом в отвал и поворот платформы в исходное положение. Вышеперечисленные действия повторяются определенное количество раз, пока не будет достигнута требуемая глубина разрабатываемой траншеи на локальном участке. В данном процессе будут участвовать все гидроцилиндры рабочего оборудования экскаватора, а именно: заглубление осуществляется гидроцилиндром стрелы, перемещение режущей кромки ковша в продольной плоскости экскаватора осуществляется гидроцилиндром рукояти, непосредственно копание осуществляется гидроцилиндром ковша. Рабочее пространство экскаватора ограничено, следовательно и участок траншеи, не передвигаясь, экскаватор может разработать ограниченной длины. Чтобы определить длину участка траншеи был произведен соответствующий расчет, представленный формулой 10, в соответствии с графическим представлением рабочего оборудования ЭОГ (рис.2). Заданная длина траншеи состоит из некоторого количества участков данной траншеи. Если их общая длина меньше заданной длины траншеи, то экскаватор откатывается назад на длину, равную длине участка траншеи и повторяет рабочий цикл разработки участка траншеи до момента достижения заданной длины траншеи.

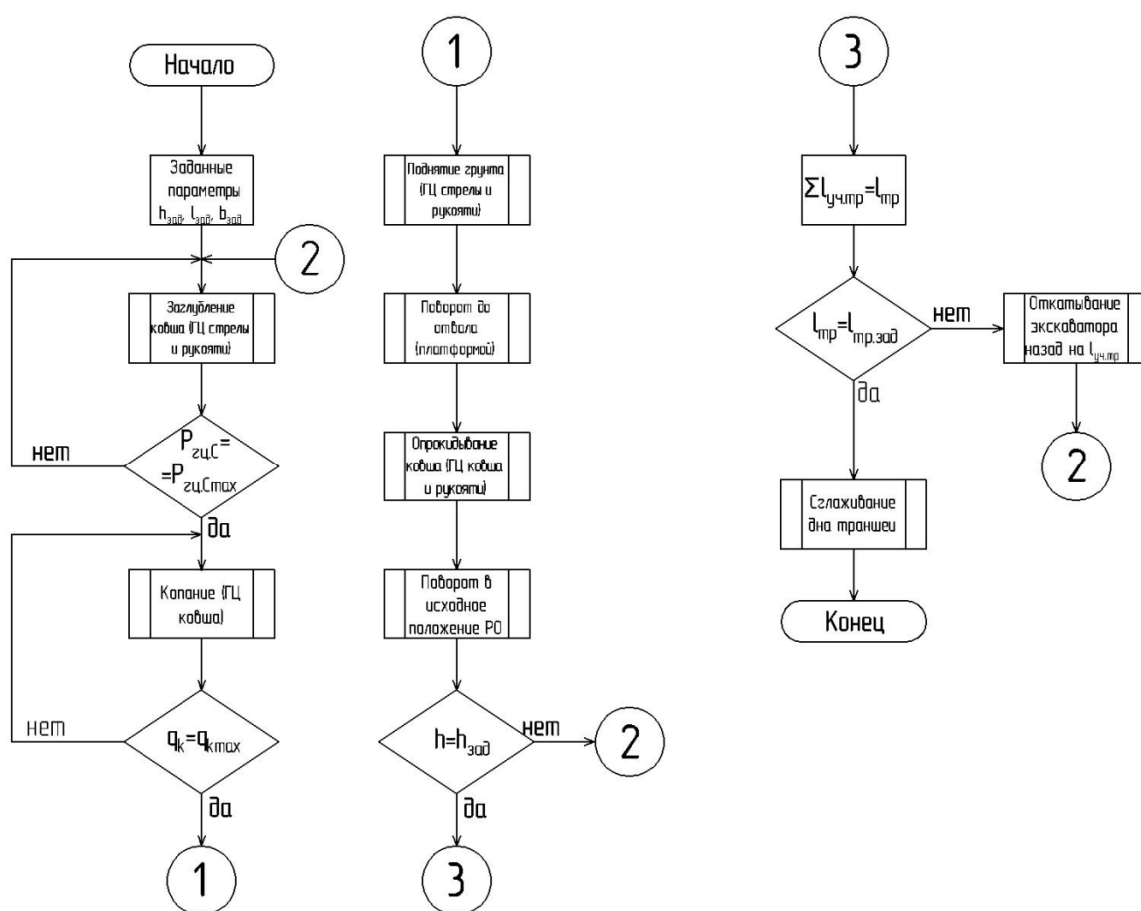


Рис. 3. Алгоритм автоматической разработки траншеи одноковшовым гидравлическим экскаватором

Таким образом протекает рабочий процесс разработки траншеи согласно разработанному алгоритму автоматизации. Работу можно вести круглые сутки, что позволит увеличить производительность и уменьшить время проведения работ.

Заключение

Разработанный алгоритм автоматической разработки траншеи одноковшовым гидравлическим экскаватором позволяет вести разработку траншеи с заданной глубиной, длиной и в заданном направлении автоматически, без участия человека-оператора. В дальнейшем планируется разработать алгоритм автоматизации рабочего процесса разработки котлована, тем самым расширить область работы одноковшового экскаватора в автоматическом режиме.

Библиографический список

1. Щербаков, В.С. Исследование системы управления одноковшового гидравлического экскаватора с целью повышения точности разработки грунта: дисс. ... канд. техн. наук. – Омск: СибАДИ, 1974. – 155 с.

2. Руппель, А.А. Повышение точности разработки грунта одноковшовым гидравлическим экскаватором с гидроприводом: дис. ... канд. техн. наук: 05.05.04 / А.А. Руппель. – Омск: СибАДИ, 1986. – 266 с.

3. Брайковский, Ю.А. Исследование и разработка системы управления одноковшовым гидравлическим экскаватором для планировочных и зачистных работ: дисс. ... канд. техн. наук. – М.: ВНИИстройдормаш, 1971. – 189 с.

4. Санаров, В.Ф. Исследование статических и динамических характеристик следящей системы управления одноковшовым гидравлическим экскаватором: дисс. ... канд. техн. наук. – Омск: СибАДИ, 1973. – 150 с.

5. Шлыков, В.Н. Исследование одноковшового экскаватора с гидроприводом с целью повышения точности выполнения земляных работ: дисс. ... канд. техн. наук. – Омск: СибАДИ. – 143 с.

6. Княжев, Ю.М. Исследование одноковшового экскаватора с целью повышения точности выполнения земляных работ: дисс. ... канд. техн. наук. – Омск, СибАДИ, 1980. – 213 с.

7. Королев, А.В. Исследование и выбор параметров механизмов телескопического рабочего оборудования гидравлических экскаваторов планировщиков: дисс. ... канд. техн. наук. – М.: ВНИИ-стройдормаш, 1973. – 150 с.

8. Акинфиев, А.А. Создание системы управления операцией копания одноковшового гидравлического экскаватора с целью повышения эффективности его работы: дисс. ... канд. техн. наук. – М.: ВНИИСтройдормаш. – 1983. – 122 с.

ALGORITHM OF AUTOMATIC CONTROL SYSTEM OF HYDRAULIC EXCAVATOR

R.Y. Sukharev, A.V. Starostin

Abstract. There is presented the algorithm of automation of working process of hydraulic excavator in this article, that allows to dig trenches automatically and also the design scheme of the working equipment of hydraulic excavator in the working plane.

Keywords: Hydraulic excavator, algorithm of automation, automatic digging of trenches.

References

1. Shherbakov V.S. *Issledovanie sistemy upravlenija odnokovshovogo gidravlicheskogo jekskavatora s cel'ju povyshenija tochnosti razrabotki grunta*. Diss. kand. tehn. nauk [Research management of hydraulic excavator in order to increase the accuracy of excavation. dis. prof. technology sciences]. Omsk: SibADI, 1974. 155 p.

2. Ruppel' A.A. *Povyshenie tochnosti razrabotki grunta odnokovshovym gidravlicheskim jekskavatorom s gidroprivodom*. Dis. kand. tehn. nauk [Increasing the accuracy of excavation single bucket hydraulic excavator with a hydraulic drive. dis. Prof. technology sciences]. Omsk: SibADI, 1986. 266 p.

3. Brajkovskij Ju.A. *Issledovanie i razrabotka sistemy upravlenija odnokovshovym gidravlicheskim jekskavatorom dlja planirovochnyh i za-chistnyh работ*. Diss. kand. tehn. nauk [Research and development of control systems, single bucket hydraulic excavator for grading and stripping work. dis. Prof. technology sciences] Moscow, VNIISTrojDormash, 1971. 189 p.

4. Sanarov V.F. *Issledovanie staticheskikh i dinamicheskikh harakteristik sledjashhej sistemy upravlenija odnokovshovym gidravlicheskim jekskavatorom*. Diss. kand. tehn. nauk [The study of static and dynamic characteristics of the servo control system of single bucket hydraulic excavator. dis. Prof. technology sciences]. Omsk, SibADI, 1973. 150 p.

5. Shlykov V.N. *Issledovanie odnokovshovogo jekskavatora s gidroprivodom s cel'ju povyshenija*

tochnosti vypolnenija zemljanyh работ diss. kand. tehn. nauk [Scientific Research hydraulic shovel to increase the accuracy of excavation work. dis. Prof. technology sciences]. Omsk, SibADI. 143 p.

6. Knjazhev Ju.M. *Issledovanie odnokovshovogo jekskavatora s cel'ju povyshenija tochnosti vypolnenija zemljanyh работ*. Diss.kand. tehn. nauk [Research shovel to increase the accuracy of excavation work. dis. candles. technology. Sciences]. Omsk, SibADI, 1980. 213 p.

7. Korolev A.V. *Issledovanie i vybor para-metrov mehanizmov teleskopicheskogo rabocheho oborudovanija gidravlicheskih jekskavatorov planirovshhikov*. Diss. kand. tehn. nauk [Research and selection mechanisms telescopic hydraulic excavator working equipment planners. dis. Prof. technology sciences]. Moscow, VNIISTrojDormash, 1973. 150 p.

8. Akinfiev A.A. *Sozdanie sistemy upravlenija operaciej kopanija odnokovshovogo gidravlicheskogo jekskavatora s cel'ju povyshenija jeffektivnosti ego raboty*. diss kand. tehn. nauk [Creating a management operation of digging of hydraulic excavator in order to increase its effectiveness. dis. Prof. technology sciences]. Moscow, VNIISTrojDormash. 1983. 122 p.

Сухарев Роман Юрьевич (Омск, Россия) – кандидат технических наук, доцент кафедры «Автоматизация производственных процессов и электротехника» ФГБОУ ВПО «СибАДИ» (644080, г. Омск, пр. Мира, 5, e-mail suharev_ry@sibadi.org).

Старостин Алексей Викторович (Россия, Омск) – аспирант кафедры «Автоматизация производственных процессов и электротехника» ФГБОУ ВПО «СибАДИ» (644080, г. Омск, пр. Мира, 5, e-mail a.v_starostin@mail.ru).

Sukharev Roman Y. (Russian Federation, Omsk) – candidate of technical sciences, docent of the department "Automation of production processes and electrical engineering" of The Siberian state automobile and highway academy (SibADI) (644080, Omsk, Mira, 5, e-mail suharev_ry@sibadi.org).

Starostin Aleksej Wiktorowitsch (Russian Federation, Omsk) – graduate student of The Siberian state automobile and highway academy (SibADI) (644080, Omsk, Mira, 5, e-mail a.v_starostin@mail.ru).

РАЗДЕЛ IV

ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ

УДК 001.895

РАЗРАБОТКА И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПЕРЕДОВЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В РОССИЙСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

М.А. Миллер

Омский государственный университет им. Ф.М. Достоевского, Россия, Омск.

Аннотация. В статье исследованы источники и условия разработки и использования передовых технологий в промышленности РФ. Выделены перспективные технологические направления для инновационного промышленного развития. Особое внимание обращено на необходимость подготовки квалифицированных кадров для высокотехнологичного производства. Обозначены перспективы разработки и внедрения передовых технологий в отечественном промышленном производстве.

Ключевые слова: передовые производственные технологии, промышленность, инновации.

Актуальность, цель и проблематика исследования

Темы активизации глубокого технического перевооружения, инновационного развития отечественных промышленных предприятий, максимального раскрытия потенциала внутреннего предпринимательства с завидной степенью регулярности актуализируются в стране в последние годы [1,2]. Поводом для подобных обсуждений служит, как правило, либо «внезапно» обнаруживаемое технико-технологическое отставание большинства отраслей российского производственного сектора, либо какие-либо внешние факторы (цены на нефть, экономические санкции, угрозы потери рынков сбыта и т.п.).

В настоящее время необходимость реиндустриализации отечественной экономики с широким внедрением передовых технологий снова становится обсуждаемым вопросом, пожалуй, одновременно по всем указанным выше причинам. Целью данной статьи является проведение текущего «среза» проблем разработки и внедрения передовых производственных технологий в российской промышленности, а также определение перспектив развития в стране современных промышленных технологий с учетом глобальных вызовов.

Прежде всего, рассмотрим нынешние статистические расклады относительно разработки и использования в России передовых производственных технологий (далее – ППТ). За 2000-2014 гг. число разработанных ППТ в РФ увеличилось более чем в 2 раза, с 688 до

1409 [3]. Вместе с тем, лишь десятая часть из них – принципиально новые, не имеющие отечественных и зарубежных аналогов, впервые созданные и обладающие качественно новыми характеристиками, остальные – новые лишь в национальном масштабе [4, с. 50]. Данное обстоятельство является одной из причин того, что доля высокотехнологичной продукции в отечественном экспорте на сегодняшний день едва превышает 5 %.

Число используемых ППТ возросло за тот же период почти в 3 раза и составило по итогам 2014 года свыше 204 тысяч единиц [3]. При этом половина используемых технологий имеют давность внедрения (период начала внедрения) 6 и более лет, свыше 40 % – от года до пяти лет, и только менее 10 % начали внедряться в течение отчетного года. По группе ППТ «производство, обработка и сборка» доля превышающих шестилетний период использования технологий (с начала внедрения) еще больше – 55 % [4, с.51]. Изучение этих показателей в динамике позволяет обнаружить крайне тревожную тенденцию: растет абсолютное число и доля ППТ, внедренных (с началом внедрения) 6 и более лет назад и сокращается число ППТ с периодом начала внедрения до 1 года.

Так, в 2011-2014 гг. количество используемых ППТ, внедренных (с периодом начала внедрения) 6 и более лет назад увеличилось на четверть, на столько же уменьшилось число используемых ППТ, внедрение которых было начато в отчетном году. В результате в совокупной структуре используемых ППТ до-

ля последних сократилась с 11,3 % до 7,9 %, первых – превысила 50 % к общему итогу. Таким образом, увеличение общего количества используемых ППТ в РФ за указанный период происходило главным образом за счет расширения группы технологий с давностью внедрения (периодом начала внедрения) 6 и более лет, учитывая, что группа технологий «4-5 лет» также сокращалась [По данным: 5].

Анализ рассмотренных показателей позволяет сделать не слишком радужный вывод: в последние годы в РФ разрабатывается всё больше ППТ (за исключением 2014 года, когда отмечалось небольшое снижение), а внедряется всё меньше, как в абсолютном, так и в относительном значениях. ППТ, внедренные 6 и более лет назад и всё еще считающиеся передовыми, постепенно устаревают. Настораживает, что такие ППТ составляют более половины всех используемых передовых технологий отечественных промышленных предприятий. Между тем, для современного промышленного производства решающим становится временной фактор: чем короче периоды технического перевооружения, тем больше конкурентных преимуществ предприятие может получить. Поэтому считавшийся ранее стандартным 7-10-летний период перевооружения в современном высокотехнологическом мире становится для всё большего круга производств непозволительной роскошью.

Выделение источников инновационных производственных технологий.

Определив общее положение дел с разработкой и использованием ППТ в РФ, далее необходимо понять, насколько выгодно или невыгодно отечественным промышленным предприятиям разрабатывать и внедрять ППТ, какие институциональные условия предопределяют этот выбор.

К основным источникам инноваций для российской промышленности можно отнести:

- 1) Разработки собственных научно-исследовательских и опытно-конструкторских подразделений промышленных предприятий.
- 2) Инновационная продукция малого и среднего бизнеса.
- 3) Разработки организаций сферы образования и науки: ВУЗов, научных институтов и т.п.
- 4) Приобретение импортной инновационной продукции и технологий.

По данным 2013 года в стране насчитывалось 266 промышленных организаций, имевших научно-исследовательские, проектно-конструкторские подразделения (далее – НИПКП) с общей численностью персонала

свыше 52 тыс. чел. [6, с.269]. Среди промышленных организаций, осуществлявших технологические инновации, только 45 % имеют собственные НИПКП [7, с.22]. При этом общее количество подобного рода подразделений в последние годы постепенно возрастает, увеличившись в 2011-2013 гг. на 380 единиц. Учитывая наблюдаемое за это же время увеличение на 12 % общей численности персонала, выполнявшего научные исследования и разработки в НИПКП, возрастание доли промышленных организаций, осуществлявших технологические инновации и имевших собственные НИПКП, а также неизменность средней численности работников НИПКП (35-36 человек), такое существенное расширение числа подразделений можно объяснить как их появлением в осуществляющих технологические инновации организациях и не имевших ранее собственных НИПКП, так и созданием дополнительных подразделений в уже имевших НИПКП организациях [7, с.22].

На фоне ежегодного увеличения объема научно-технических работ, выполняемых НИПКП собственными силами и достигшего к 2013 году 154 млрд. руб., доля расходов на исследования и разработки в их структуре продолжает снижаться, сократившись в 2005-2013 гг. с 83 % до 38 % [6, с. 269]. Как отмечают эксперты Фонда «Сколково», «по сравнению с зарубежными компаниями расходы на НИОКР большинства российских предприятий крайне малы», при этом 98 % всех расходов на технологические инновации, например, в обрабатывающей промышленности, приходится на крупные компании [8, с.16].

Таким образом, промышленные предприятия удовлетворяют потребность в инновационных технологиях, закрепляя за своими действующими и создаваемыми НИПКП особо важные (в том числе, секретные) для себя направления (особенно это касается предприятий ОПК), и закрывая оставшуюся часть потребностей из других источников инноваций.

Согласно отчету Фонда «Сколково», современной общемировой тенденцией является усиление роли малых и средних инновационных компаний в производственных цепочках как следствие нарастания аутсорсинга исследований и разработок в обрабатывающей промышленности [8, с.15]. При этом российская практика реформирования производственных цепочек с усилением роли предприятий малого и среднего бизнеса тормозится как «нежеланием крупных компаний выносить на аутсорсинг часть своих функций», так и «слабостью существующей в России прослойки высокотехнологичных малых и

средних фирм» [8, с.17]. В обрабатывающей промышленности на их долю приходится «всего около 2 % от совокупных затрат на технологические инновации», что «на порядок меньше, чем в развитых странах» [8, с.17].

Что касается разработок ВУЗов и НИИ для отечественного производства, то данный источник промышленных инноваций характеризуется хорошим интеллектуальным потенциалом, однако более активное взаимодействие в этой области сдерживается либо из-за того, что заказчики не всегда готовы покупать разработки, главным образом по причине инертного отношения к ним (неготовности к изменениям), либо потому что технический уровень разработок выше применяемого предприятиями технологического процесса.

Относительно приобретения российской промышленностью импортной инновационной продукции стандартной ситуацией продолжает оставаться тот факт, что отечественные организации импортируют значительное число новых технологий. Так, за 2013 год отечественные организации, осуществлявшие технологические инновации, приобрели за пределами страны 2006 технологий, их них 1701 посредством покупки оборудования [7, с.157].

В ряде стратегических отраслей промышленности (станкостроении, электронной промышленности, фармацевтической, медицинской отраслях) доля импортного оборудования и продукции достигает 80 %, а в некоторых случаях 90 %. Доля организаций, приобретавших новые технологии за пределами РФ, в общем числе организаций, осуществлявших в 2013 году технологические инновации и приобретавших новые технологии, составляла для обрабатывающих производств 40,9 %, увеличивших по сравнению с 2013 годом на 3,2 % [7, с.145]. В отдельных отраслях промышленности данный показатель еще выше: производство летательных аппаратов – 44,1 %, химическое производство – 45,2 %, производство машин и оборудования – 43,1 %, производство электрических машин и электрооборудования – 42 %, производство готовых металлических изделий – 44 % [7, с. 145-146].

Таким образом, отечественные предприятия далеко не всегда видят смысл вкладывать больше средств в собственные исследования и разработки, не желая испытывать риски, априори присущие данной сфере, и испытывая потребность получения готовых научно-технических результатов как можно быстрее, что возможно сделать благодаря взаимодействию со сторонними организациями-разработчиками. При этом результаты

работы собственных НИПКП промышленных предприятий обладают новизной в большей степени для своего предприятия, чем для российского рынка в целом и тем более для мирового.

Определение и обоснование благоприятных и неблагоприятных условий использования передовых технологий на российских промышленных предприятиях

К институциональным условиям, не благоприятствующим широкому внедрению ППТ, можно отнести:

1. Широкое присутствие государства в промышленности.

Высокая роль государства в промышленности, огромный объем государственного заказа предопределяет отношение промышленных предприятий к инновациям, к необходимости обновления производства, внедрения новых технологий. В РФ именно государство формирует инновационное развитие, используя при этом административный ресурс, хотя мировой опыт показывает, что частные компании внедряют инновации охотнее и эффективнее. При наличии стабильного госзаказа промышленному предприятию не так остро нужны новые технологии, как частному, работающему «на рынок».

Кроме того, возникает дилемма: с одной стороны, государством ставится задача увеличения в стране количества рабочих мест, с другой – оно же выступает за активное внедрение инноваций, что ведёт к повышению эффективности производства, повышению уровня автоматизации, и, соответственно, к высвобождению работников. Внедрение ППТ ведет к снижению зависимости от большого количества малоквалифицированных трудовых ресурсов (и повышает зависимость от небольшого числа высококвалифицированных), значит, придется высвобождать значительное число работников низкой квалификации, а это неизменно вызывает социальную напряженность, которую государство также старается контролировать.

2. Высокий уровень монополизма.

Использование новых производственных технологий дает возможность предприятию получить конкурентные преимущества благодаря повышению управляемости, скорости и эффективности производственных процессов. В развитых странах главным инвестором в научные разработки является промышленность, доля которой в совокупных затратах частного бизнеса в эту сферу составляет 60-90 %. Такие значительные объемы вложений в R&D объясняются стремлением компаний, работающих в условиях жесткой конкуренции,

снизить свои издержки. В российских же условиях, когда в отдельных секторах промышленного производства конкурентов практически нет, сформировать мотивацию промышленников на инновационное поведение крайне сложно.

3. Национальные предложения технологических инноваций для внедрения в промышленность крайне ограничены.

В настоящее время 62 % предприятий РФ не видят возможности использовать взамен импортного, российское оборудование и сырье по причине их фактического отсутствия, при этом у 35 % предприятий есть претензии к отечественным аналогам [9]. В этих условиях российским производственным предприятиям проще и в ряде случаев дешевле покупать зарубежную научно-техническую продукцию. Помимо этого, серьезной проблемой является элементарное отсутствие у промышленников информации об отечественных разработках.

4. Отсутствие стимулов к внедрению ППТ

Негибкая налоговая политика, высокая социальная страховая нагрузка, административные барьеры – всё это способствует сокращению инвестиций российских промышленников в инновационные технологии. Если дальше повышать нагрузку на производственный бизнес, особенно обязательные социальные страховые платежи, предприятия будут еще сильнее отодвигать инновации на остаточные принципы финансирования. Кроме того, вложения в инновационные разработки (собственные или приобретенные) несут определенные риски, что также снижает мотивацию высвободить на них больше средств.

Применяемая сейчас инновационная политика поддерживает больше так называемые «гаражные» инновации, основной потребитель которых – малый и средний бизнес. В этой связи, есть насущная потребность в выработке механизма стимулирования крупных предприятий к инвестициям в НИОКР и внедрению инновационных технологий.

Таким образом, для эффективного развития инноваций в российской промышленности необходимо, во-первых, создать для этого благоприятные условия, во-вторых, сконцентрировать усилия и ресурсы на приоритетных по глобальным технологическим тенденциям направлениях.

К условиям, позволяющим активизировать инновационное развитие промышленного комплекса России, следует отнести:

1) Повышение в государственном заказе инновационной составляющей, что позволит

поддерживать инновационные производства, обеспечивая им сбыт продукции.

2) Увеличение бюджетных инвестиций на разработку собственных передовых производственных технологий, развитие отраслей, наиболее зависимых от импортных технологий. Установление подобных приоритетов дает возможность, выделяемый ограниченный объем средств на инновационные технологии, тратить наилучшим образом, вкладывая их в самые перспективные проекты.

3) Создание привлекательных условий для крупных компаний с целью активизации финансирования и софинансирования с его стороны производственных инноваций.

4) Обеспечение возможности получения дешевых кредитов с отсрочкой первых платежей для малых инновационных фирм, производящих или планирующих производить инновационную продукцию для промышленного производства и не имеющих возможности осуществлять софинансирование инновационных проектов по условиям конкурсов федеральных министерств и институтов развития.

Вторым ключевым моментом интенсификации ППТ в России является необходимость развития перспективных в глобальном масштабе технологических направлений.

В настоящее время к числу последних относятся:

1) Математическое и компьютерное моделирование и проектирование

2) Робототехника

3) Установки аддитивного производства

4) Новые материалы, в том числе расходные

Если обобщить ключевые направления развития передовых производственных технологий, то, по мнению заместителя Министра промышленности и торговли РФ Г. Никитина, речь идет о необходимости создания в стране современного промышленного инженерного программного обеспечения [10]. Соответственно, первое из указанных направлений является крайне важным и во многом системообразующим.

Другой перспективный хайтек-тренд – робототехника. Среднемировой уровень плотности промышленных роботов составляет 62 робота на 10 тыс. занятых в промышленности, для стран Европы он равен 62, Северной Америки – 73, Азии – 51. Для Китая плотность составляет 14, а для России – 2 робота на 10 тыс. занятых в промышленности [8, с.89]. Наибольшая доля используемых сейчас в России промышленных роботов (41%) приходится на автомобильную промышленность, 35 % применяется при погрузочно-

разгрузочных работах, 31 % составляют сварочные работы, 25 % – металлообработка и 15 % – окраска [8, с.103]

Слабое развитие аддитивных технологий приводит к тому, что доля России в общем количестве эксплуатируемых в мире установок аддитивного производства составляет всего 1,4 %. Лидерами по этому показателю являются США (38 %), Япония (9,7 %), Германия (9,4 %) и Китай (8,7 %) [8, с.115-116].

Создание новых материалов – направление, имеющее на сегодняшний день наибольший задел и потенциал развития у отечественных научных центров и промышленных предприятий. Однако на современном этапе технологического развития сам по себе новый материал не представляет особого интереса, востребованность в нем появляется тогда, когда он рассматривается как составная часть какого-либо изделия, улучшая эксплуатационные характеристики последнего. В этой связи, направлению «новые материалы» нужно всегда идти в связке со смежными производствами, развитие которых не должно отставать.

Неслучайность выбора указанных выше глобальных технологических направлений в промышленном производстве подтверждают прогнозы. Так, рынок программного обеспечения для компьютерного инжиниринга, по оценке экспертов, увеличивается на 8,5 % в год, мировые продажи промышленных роботов будут расти не менее, чем на 5 % в год, темпы роста аддитивного производства превышают 25 % [10]. Около 80 % инновационных разработок в ведущих областях промышленности и секторах экономики базируются на внедрении новых материалов и технологий их производства.

Осознавая острую необходимость нахождения страны в глобальных технологических трендах, Правительством РФ в сентябре 2014 года выдвинуты и находятся в стадии реализации следующие инициативы по развитию новых технологий:

1) Разработка национальной технологической инициативы «Новые производственные технологии» с акцентом на автоматизацию, робототехнику, промышленное программное обеспечение и аддитивные технологии

2) Дополнение перечня приоритетных направлений развития науки, технологий и техники направлением «новые производственные технологии», а перечня критических технологий – технологиями робототехники, аддитивными технологиями, технологиями цифрового производства, технологиями проектирования конструкций и материалов.

3) Разработка в рамках реализуемых в стране государственных программ подпрограммы «Разработка отечественного инженерного программного обеспечения» и подпрограммы «Производство средств производства».

4) Создание проектных консорциумов (включающих потребителей новых производственных технологий, вузы, исследовательские центры, инжиниринговые компании, малые и средние предприятия, производящие продукты и технологические решения в области новых производственных технологий) [11].

Говоря о развитии перспективных производственных технологий нельзя одновременно не затронуть вопрос подготовки кадров. Сейчас много говорится о необходимости подготовки большого числа рабочих профессий (токарей, фрезеровщиков, механиков и т.д.), нехватка которых является сегодня актуальной проблемой для отечественного промышленного производства. Трудно не согласиться с данным обстоятельством, но одновременно нужно признать тот факт, что это потребности сегодняшнего или даже вчерашнего дня. Завтрашний день – это не дополнительные носители рабочих специальностей со стандартными для их профессиональной специализации компетенциями, а высококлассные производственные рабочие, управляющие автоматизированными малолюдными производствами. Отсюда серьезный повод для размышления: вкладывать средства в подготовку увеличенного числа рабочих, обучаемых «под нынешние технологии», тем самым закрывая сегодняшнюю потребность предприятий в них, либо направить ресурсы на формирование «рабочих будущего» – квалифицированных специалистов, умеющих управлять автоматизированными производственными процессами с применением аддитивных технологий, робототехники, цифровыми устройствами. Сегодня такие производства в России – исключение, но в будущем без них предприятия будут просто неконкурентоспособны на мировом рынке. И если пойти по первому пути (подготовка рабочих «по-старому»), как бы не пришлось потом их сокращать, когда всё равно рано или поздно придется глубоко модернизировать отечественное промышленное производство.

Безусловно, опережающий «цифровой» вариант подготовки далеко небезупречен с точки зрения его применения в настоящее время. Для такого обучения нужны новые программы, обучающий технический инструментарий, новые компетенции преподавателей и т.п. Если даже удастся всё это органи-

зовать в короткие сроки, тут же возникает другой вопрос – куда пойдет работать этот «суперспециалист». Нужна критическая масса предприятий, работающих по современным технологиям, производства, уровень которых позволяет подготовленному высококлассному специалисту в полной мере применить свои знания. Пока же таких рабочих мест в стране – незначительное количество.

Если «вчера» – это станки и оборудование для изготовления изделий посредством традиционной механической обработки, то «завтра» – это аддитивное производство и лазерная обработка, если сегодняшняя автоматизация производственных процессов – это реле и переключатели, то уже через несколько лет без промышленной робототехники и сенсорных систем будет трудно обходиться, если сейчас стандартными материалами являются металлы и пластик, то будущее за композитными материалами.

Заключение

Таким образом, относительно перспектив разработки и внедрения ППТ в отечественном промышленном производстве, отметим следующее.

Развитие мировой хозяйственной системы приводит к тому, что современное производство становится более капиталоемким и требует более высококвалифицированной рабочей силы и не может обеспечить рабочие места для большого количества работников низкой квалификации. При этом каждое высокотехнологичное рабочее место создает несколько вспомогательных мест в других отраслях. Многие технологии, которые сначала использовались в промышленном производстве, позднее находят своё применение в других отраслях, повышая их эффективность и конкурентоспособность и обеспечивая тем самым общее экономическое развитие. Научные исследования и разработки для промышленности носят всё более выраженный трансдисциплинарный характер, появляются гибридные области исследований, рождаются технологии на стыке наук.

В настоящее время одной из ярко выраженных глобальных тенденций является реиндустриализация. В активную фазу возрождения собственной промышленности вступили США, Великобритания, Германия, Франция, аналогичные по основной идее программы индустриального развития анонсировали Китай (программа «Made in China 2025») и Индия (программа «Made in India»).

В России незначительное в масштабах страны число промышленных предприятий, осуществляющих свою деятельность на ос-

нове инноваций, при этом следует отметить 2 особенности: во-первых, в основном эти предприятия относятся к ОПК, во-вторых, применяемые инновации за редким исключением востребованы преимущественно на конкретном предприятии. Остальные же предпочитают не рисковать с подобными инвестициями и «точечно» закупают готовое оборудование и технологии. Эта стратегия позволяет повысить эффективность производства и производить покупаемую продукцию, но полноценного инновационного развития, получения уникальных технико-технологических конкурентных преимуществ мирового уровня не обеспечивает.

Для того, чтобы не выпасть из мирового «промышленно-инновационного поезда», России жизненно важен уход от трудозатратной промышленности к более инновационной с высокой добавленной стоимостью. Для достижения технологической безопасности и интеграции национальной экономики в мировую на ведущих уровнях необходимо стимулировать развитие собственной инновационно ориентированной обрабатывающей промышленности, разрабатывать «сквозные» технологии, которые можно будет применять в разных отраслях. В рамках государственно-частного партнерства требуется поддержка разработки передовых производственных технологий, повышение квалификации рабочих, обеспечение доступа к финансированию промышленных предприятий на привлекательных условиях.

Необходимо преломлять ситуацию, когда дорогие кредиты, негибкая налоговая нагрузка, снижение внутреннего спроса приводят к концентрации отечественных промышленных предприятий на выживании, а не на конкурентоспособности, в результате спрос на отечественные разработки не растет.

Сейчас самые лучшие примеры успешной разработки и внедрения передовых производственных технологий наблюдаются в рамках тесного взаимодействия промышленных предприятий с технической мыслью научных институтов и ВУЗов. Максимальное задействование хорошего научного задела отечественной науки с повышенным спросом промышленных производств на инновационные разработки является, пожалуй, самым реальным и «рабочим» подходом к развитию инноваций в российском индустриальном комплексе.

Библиографический список

1. Бирюков, В.В. Производительность хозяйственных систем и модернизация промышленного

производства / В.В. Бирюков // Вестник СибАДИ. – 2012. – № 1. – С. 84-88.

2. Миллер, А.Е., Крючков В.Н. Проблемы становления институционального интрапренерства / А.Е. Миллер // Вестник СибАДИ. – 2012. – № 1 (23). – С. 111-116.

3. Наука, инновации и информационное общество/Федеральная служба государственной статистики. – http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rossstat/ru/statistics/science_and_innovations/

4. Наука. Инновации. Информационное общество: 2014: краткий статистический сборник. – Москва: Национальный исследовательский университет, 2014. – 80 с.

5. Россия в цифрах.2015/ Федеральная служба государственной статистики. – http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rossstat/ru/statistics/publications/catalog/doc_1135075100641

6. Промышленность России.2014/ Федеральная служба государственной статистики. – http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rossstat/ru/statistics/publications/catalog/doc_1139918730234

7. Индикаторы инновационной деятельности: 2015: статистический сборник/ Н.В. Городникова, Л.М. Гохберг, К.А.Дитковский и др.; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». – М.: НИУ «ВШЭ», 2015. – 320 с.

8. Публичный аналитический доклад по развитию новых производственных технологий/ Сколковский Институт Науки и Технологий. – октябрь 2014. – 203 с.

9. Андрианов, К., Толкачев С. Отложим отвертку/ Российская газета: Спецвыпуск – импортозамещение. – № 6657. – 23 апреля 2015. – Режим доступа: <http://www.rg.ru/2015/04/23/mochnosti.html>

10. О развитии новых производственных технологий. Заседание президиума Совета при Президенте Российской Федерации по модернизации экономики и инновационному развитию России/ Официальный сайт Правительства РФ. – <http://government.ru/news/14787/>

11. Решения по итогам заседания президиума Совета при Президенте России по модернизации экономики и инновационному развитию. О развитии новых производственных технологий/ Официальный сайт Правительства РФ. – <http://government.ru/orders/14911/>

DEVELOPMENT AND USING OF ADVANCED MANUFACTURING TECHNOLOGY IN RUSSIAN INDUSTRY

M.A. Miller

Abstract. The article comprises the sources and the conditions of development and using of advanced technology in Russian industry. The perspective technological trends for innovative industry development are described and analysed. The special attention is paid to the necessity of the training of qualified specialists for high-technological productions. The future prospects of development and using of advanced technology in Russian industry manufacture are determined.

Keywords: advanced manufacturing technology, industry, innovation.

References

1. Birjukov V.V. Proizvoditel'nost' hozjajst-vennyh sistem i modernizacija promyshlennogo proizvodstva [Productivity of economic systems and modernization of industrial production]. *Vestnik SibADI*, 2012, no 1. pp. 84-88.

2. Miller A.E., Krjuchkov V.N. Problemy stanovlenija institucional'nogo intrapreneerstva [Hooks of a problem of formation of an institutional intrapreneurship]. *Vestnik SibADI*, 2012, no 1 (23). pp. 111-116.

3. Science, innovation and information society/ The Federal state statistics service. Available at: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rossstat/ru/statistics/science_and_innovations/

4. Nauka. Innovacii. Informacionnoe obshhestvo: 2014: kratkij statisticheskij sbornik [Science. Innovations. Information society: 2014: brief statistical compendium]. Moscow: *Nacional'nyj issledovatel'skij universitet*, 2014. 80 p.

5. Russian Federation in figures.2015/ The Federal state statistics service. Available at: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rossstat/ru/statistics/publications/catalog/doc_1135075100641

6. Industry of Russia.2014/ The Federal state statistics service. Available at: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rossstat/ru/statistics/publications/catalog/doc_1139918730234

7. *Indikatorij innovacionnoj dejatel'nosti: 2015: statisticheskij sbornik* [Indicators of innovation: 2015: statistical compendium]. N.V. Gorodnikova, L.M. Gohberg, K.A.Ditkovskij i dr.; Nac. issled. un-t «Vysshaja shkola jekonomiki». Moscow, NIU «VShJe», 2015. 320 p.

8. Publichnyj analiticheskij doklad po razvitiiju novyh proizvodstvennyh tehnologij [The public analytical report about the development of new manufacturing technology]. *Skolkovskij Institut Nauki i Tehnologij*, oktjabr' 2014. 203 p.

9. Andrianov K., Tolkachev S. Otlozhim otvertku [Put the screwdriver]. *Rossijskaja gazeta: Specvypusk – importozameshhenie*. no 6657. – 23 aprelja 2015. Available at: <http://www.rg.ru/2015/04/23/mochnosti.html>

10. About development of new manufacturing technology. The meeting of the Presidium of the Council under the President of the Russian Federation on economy modernization and innovation development of Russia/ The official site of Government of the Russian Federation. Available at: <http://government.ru/news/14787/>

11. The solutions as a result of the meeting of the Presidium of the Council under the President of the Russian Federation on economy modernization and innovation development. About development of new manufacturing technology/ The official site of Government of the Russian Federation. Available at: <http://government.ru/orders/14911/>

Миллер Максим Александрович (Россия, Омск) – доктор экономических наук, профессор кафедры «Экономика и социология труда», Омский государственный университет им. Ф.М. Достоевского (644077, пр. Мира, 55а, e-mail: millerma@yandex.ru).

Maxim A. Miller (Russian Federation, Omsk) – doctor of economics sciences, professor of the department "Economy and sociology of labour", Omsk state university of F.M. Dostoyevsky (644077, Mira av., 55a, e-mail: millerma@yandex.ru).

УДК 656:338.5

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ АВИАТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСА КАК ФАКТОРЫ СТРУКТУРНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ НА РЫНКЕ ТРУДА В АВИАЦИОННОЙ СФЕРЕ

Ю.Ю. Михальчевский

ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации», Россия, г. Санкт-Петербург.

Аннотация. В статье описана актуальность исследования современного состояния и тенденций развития авиационных перевозок. Установлена взаимосвязь рынка транспортных услуг, рынка труда и рынка образования в авиационной сфере. Рынок авиаперевозок характеризуется взлетами и провалами основных объемных показателей, а также изменением структуры перевозок при существенном влиянии факторов внешней среды, включая геополитические. В статье представлены статистические данные, характеризующие динамику рынка авиатранспортных услуг, а также изменения, характерные для рынка авиационного персонала. Приведен обзор исследований авиационного рынка и заключений компании Boeing, систематизированы факторы зависимости рынка труда от тенденций развития транспортного авиационного рынка.

Ключевые слова: авиационные перевозки, рынок авиатранспортных услуг, рынок труда, авиационный персонал, рынок образовательных услуг авиационной сферы.

Введение

Успешное функционирование любой организации либо бизнес-структуры невозможно без слаженной работы квалифицированного персонала. В сфере авиационного бизнеса качество и безопасность полетов любого воздушного судна зависит от согласованной работы авиационного персонала и специалистов по управлению воздушным движением.

Развитие рынка в 1990 – начале 2000 годов сместило ориентиры с авиационных профессий и снизило их актуальность и востребованность на рынке труда стран Восточной Европы, СНГ и России [1]. Результатом сложившейся ситуации является перекоп в некоторых сферах экономики, характеризующийся избытком специалистов, в то время как для рынка труда авиационной сферы характерна стагнация в последние 20-25 лет. В настоящее время авиационные профессии опять приобретают популярность. Это связано как с уровнем оплаты труда в данной отрасли, которая традиционно выше смежных и многих прочих отраслей экономики, так и процессами глобализации, которые предполагают воз-

можность работы авиационных специалистов (авиакомпаний) в разных странах и регионах.

Современное развитие самолетостроения, новых систем и средств обеспечения безопасности в аэропортах, развитие средств беспилотных перевозок, необходимость обеспечения информационной безопасности, потенциальные работы по отражению кибератак, а также прочие факторы и тенденции развития авиатранспортного комплекса позволяют сделать вывод о необходимости прогнозирования изменений на рынке труда [2]. Такое прогнозирование будет способствовать адаптации системы образования авиационного персонала быстроменяющимся потребностям рынка. Планирование направлений оптимизации системы образования существенно определяется происходящими изменениями на рынке авиатранспортных услуг.

Методы исследования

Одной из задач транспортных предприятий, включая и авиатранспортный комплекс, является обеспечение потребности в перевозках грузов и пассажиров субъектов деловой активности, населения, государственных органов и прочих заинтересованных лиц [2].

Услуги по перевозкам осуществляются различными видами транспорта, характеристика объемных показателей которых, производственной инфраструктуры и транспортных

средств приведены в таблицах 1,2 и рисунке 1 на основе данных официальной статистики и Росавиации [3,4].

Таблица 1 – Основные показатели транспорта

Показатель	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Перевезено пассажиров транспортом общего пользования, *10 ³ млн. человек:															
железнодорожным	1.419	1.306	1.271	1.304	1.335	1.339	1.339	1.282	1.296	1.137	947	993	1.059	1.080	1.076
автобусным	23,00	22,46	21,92	20,91	21,02	16,37	14,73	14,80	14,72	13,70	13,43	13,31	12,77	11,59	11,55
трамвайным	7,421	7,354	6,982	6,321	5,804	4,123	3,267	2,660	2,537	2,217	2,079	2,004	1,928	1,629	1,551
троллейбусным	8,759	8,604	8,181	7,291	6,680	4,653	3,775	2,972	2,733	2,414	2,206	2,152	2,051	1,735	1,803
метрополитеном	4,186	4,205	4,200	4,205	4,211	3,574	3,466	3,528	3,594	3,307	3,294	3,351	3,446	3,491	3,437
воздушным	23	26	28	31	35	37	40	47	52	47	59	66	76	86	95
Гражданские воздушные суда	6,5	6,1	5,9	5,8	5,7	5,5	5,6	5,6	5,9	6	6,0	6,2	6,2	6,6	6,9

Таблица 2 – Структура перевозок пассажиров и пассажирооборота транспорта по видам сообщения, % к итогу

Виды транспорта	Перевозки пассажиров по видам сообщений						Пассажирооборот по видам сообщений					
	международное		междугородное		пригородное		международное		междугородное		пригородное	
Всего, в том числе:	100		100		100		100		100		100	
по годам	2012	2013	2014	2012	2013	2014	2012	2013	2014	2012	2013	2014
железнодорожный	0,2	0,2	0,1	46,5	50,0	47,6	46,6	52,5	54,8	0,2	0,1	0,1
автобусный	2,5	1,7	1,8	39,1	31,2	27,2	53,1	47,3	45,0	0,2	0,1	0,1
морской	1,6	1,0	0,0	0,3	0,4	2,9	0,3	0,2	0,0	0,0	0,2	0,2
внутренний водный	95,7	97,1	0,8	14,1	18,4	0,4	-	-	0,2	99,6	99,8	0,0
воздушный	-	-	97,3	-	-	21,9	-	-	-	-	99,8	-
трамвайный	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	46,2
троллейбусный	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,5
метрополитеном	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,0
троллейбусный	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	56,1

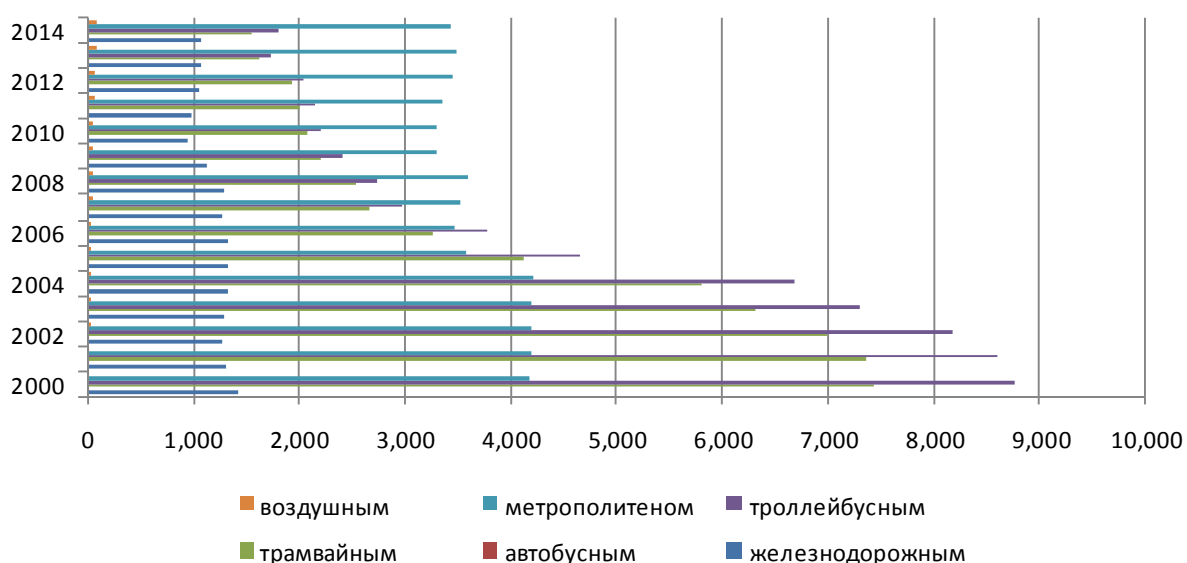


Рис. 1. Динамика перевозок пассажиров, млн.чел

Перевозки пассажиров в РФ за период анализа с 2000 года сокращаются, однако наблюдается положительная динамика перевозок воздушным транспортом, хотя его доля в общем объеме перевозок пассажиров незначительна и колеблется за период с 2000 по 2014 годы от 0,1 до 1,2%.

Анализ структуры грузооборота по видам транспорта свидетельствует о том, что грузо-

вые перевозки воздушным транспортом составляют за период от 4 до 4,9% грузооборота. Парк воздушных судов имеет тенденцию к сокращению с 2000 года до 2005 года с 6,5 до 5,5 тыс.ед. и увеличивается к 2014 году до 6,9 тыс.ед. Динамика перевозок грузов воздушным транспортом в млн. тонн и млрд.ткм приведены на рисунке 2-3 [5].

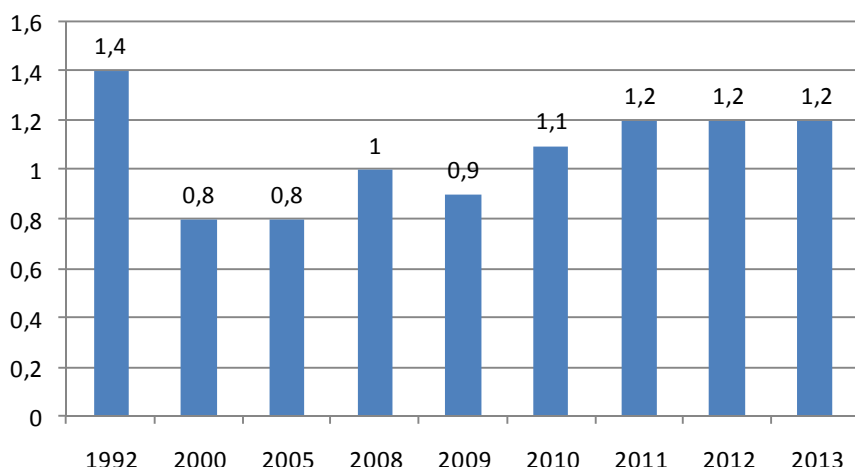


Рис.2. Динамика перевозок грузов воздушным транспортом, млн.т

Современное состояние и тенденции развития транспортной отрасли оказывают существенное влияние на рынок труда авиационного персонала и персонала аэропортов, являются причиной как количественных, так и структурных изменений [6]. Сегодня мировая гражданская авиация представлена 57 млн

рабочих мест, более 9,3 млн перевезенных пассажиров в сутки. В России в гражданской авиации задействованы более чем 650 000 специалистов, из них основной производственный состав авиационных предприятий (летный, кабинный, инженерно-технический персонал) – более 55 тыс. чел. [1]

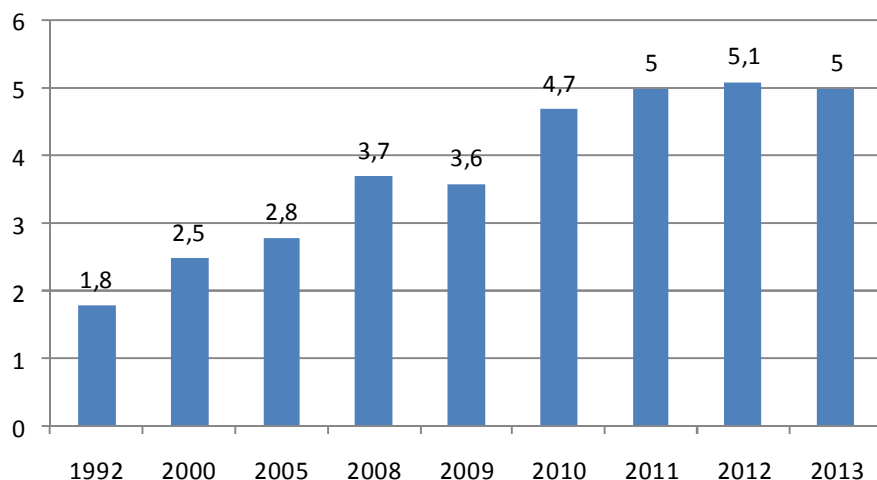


Рис.3. Динамика грузооборота воздушного транспорта, млрд.ткм

В 2015 году наблюдается падение спроса на специалистов на авиационном рынке труда и в экономике в целом, количество вакансий для летного состава в свободном доступе уменьшилось более чем на 40% по сравнению с 2014 годом [7]. Указанная ситуация может привести к потерям части летного персонала в России и ухода из отрасли ряда специалистов обеспечивающих процессов. К тенденциям рынка труда в авиационной сфере в 2014 году можно отнести также отток российского летного персонала за границу. К наиболее дефицитным должностям в 2015

году отнесены авиатехники категорий В1 и В2, инженеры по техническому обслуживанию иностранной техники, КВС А319/320 и вторые пилоты Boeing [1]. При прогнозировании в среднесрочной перспективе роста рынка авиаперевозок в России и современном оттоке высококвалифицированного персонала за границу (в страны Юго-Восточной Азии, где наблюдается значительный рост авиационного рынка (как линейной, так и бизнес-авиации).) дефицит летного состава опять начнет расти.

Современный уровень авиационного сообщения и авиаперевозок в России указывает на существенную концентрацию авиаперевозок вокруг крупных авиаузлов, основным из которых является Московский авиационный узел (МАУ). Существующая тенденция укрупнения авиакомпаний-лидеров на рынке за счет поглощения и слияния перевозчиков отрасли приводит также к поглощению и дальнейшему сокращению авиационного персонала, включая административный. Часть обученных для авиационной отрасли кадров после таких поглощений оказывается вновь на рынке труда в поисках вакансий в той же отрасли либо в других отраслях экономики, часть обученного персонала и имеющего опыт работы в гражданской авиации безвозвратно теряется для отрасли. Ключевой тенденцией 2014 – 2015 гг. остается уменьшение числа авиакомпаний и аэропортов, и, как следствие, укрупнения и сокращения числа работодателей и вакансий. К примеру, доля

рынка авиаперевозок в 1м полугодии 2015 года представлена на рис.4.

В связи с банкротством авиакомпании «Трансаэро», объявленным в начале октября 2015 года, на авиационный рынок труда высвобождается около 11 тысяч специалистов, среди которых 87% составляет производственный персонал, 10% – обеспечивающий персонал, 3% – коммерческо-финансовый персонал. В сложившейся ситуации Федеральное агентство воздушного транспорта (ФАВТ) на официальном сайте опубликовало базу данных (реестра) вакансий для высвобождающихся сотрудников. Авиакомпания «Аэрофлот-Российские авиалинии» открыла более 6000 вакансий для трудоустройства летного, кабинного, инженерно-технического и руководящего состава Трансаэро [8]. Оставшиеся специалисты пополняют рынок труда и вероятно окажутся в ситуации поиска вакансий в других отраслях.

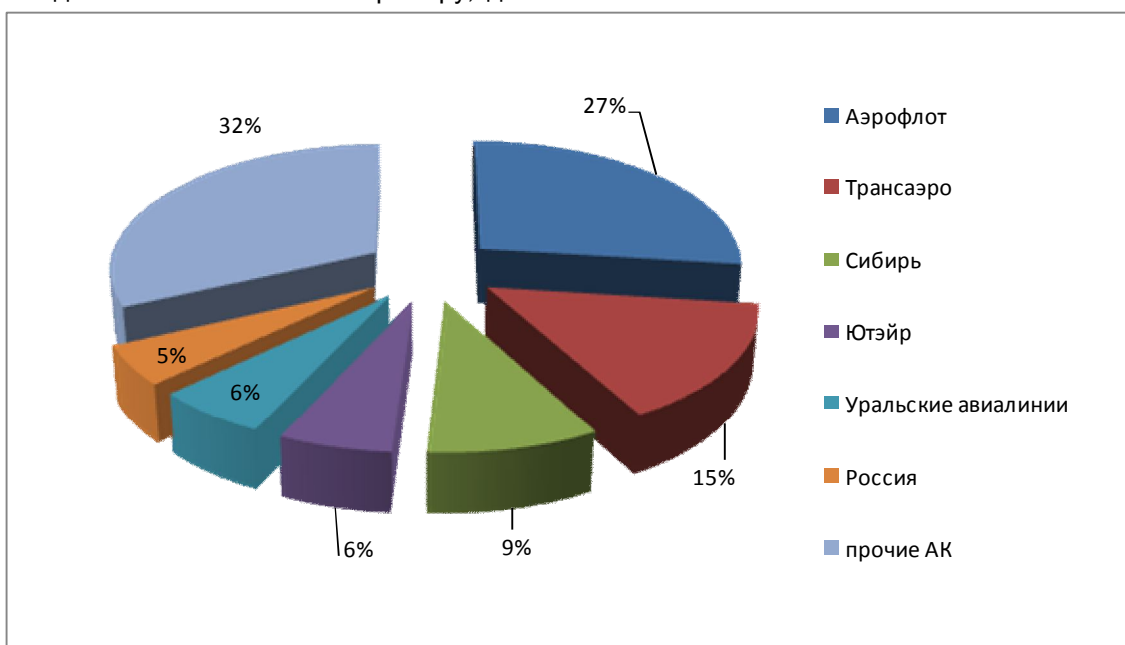


Рис. 4. Доля рынка авиаперевозок в конце 1-го полугодия 2015 г., %

В 2015 году на фоне геополитических факторов, усиливших рост пассажиропотока на внутренних воздушных линиях (ВВЛ) и его структурные сдвиги в сторону внутренних воздушных перевозок, Российские региональные рынки труда показали рост потребности в персонале отрасли в отличие от предприятий МАУ и лидирующих хабов [1]. Планы авиаперевозчиков подверглись заметной корректировке в конце 2014 года, однако эффект от планов по сокращению рабочей силы авиаперевозчиков проявляется лишь в 2015 году. Однако, благодаря растущей кон-

куренции на рынке труда в 2014 году работодатели получили возможность широкого выбора среди тех специалистов, которые недавно были в дефиците.

В 2014 году многие крупные авиационные предприятия приняли внутренние программы оптимизации издержек, включающие сокращение персонала. В 2015 году некоторые региональные рынки труда становятся привлекательнее для соискателей работы, чем предприятия МАУ [9]. Интенсивный рост региональной авиации усилил спрос в регионах и повысил требования к мобильности персо-

нала [10]. Большинство авиационных специалистов работает в МАУ, однако на фоне роста потребности в авиационном персонале в регионах отраслевой рынок труда показал готовность соискателей к переезду (в 2014

году 38% специалистов готовы были ради хорошей работы переехать в другой регион). Ряд региональных аэропортов демонстрирует рост в первом полугодии 2015 года (рис.5).

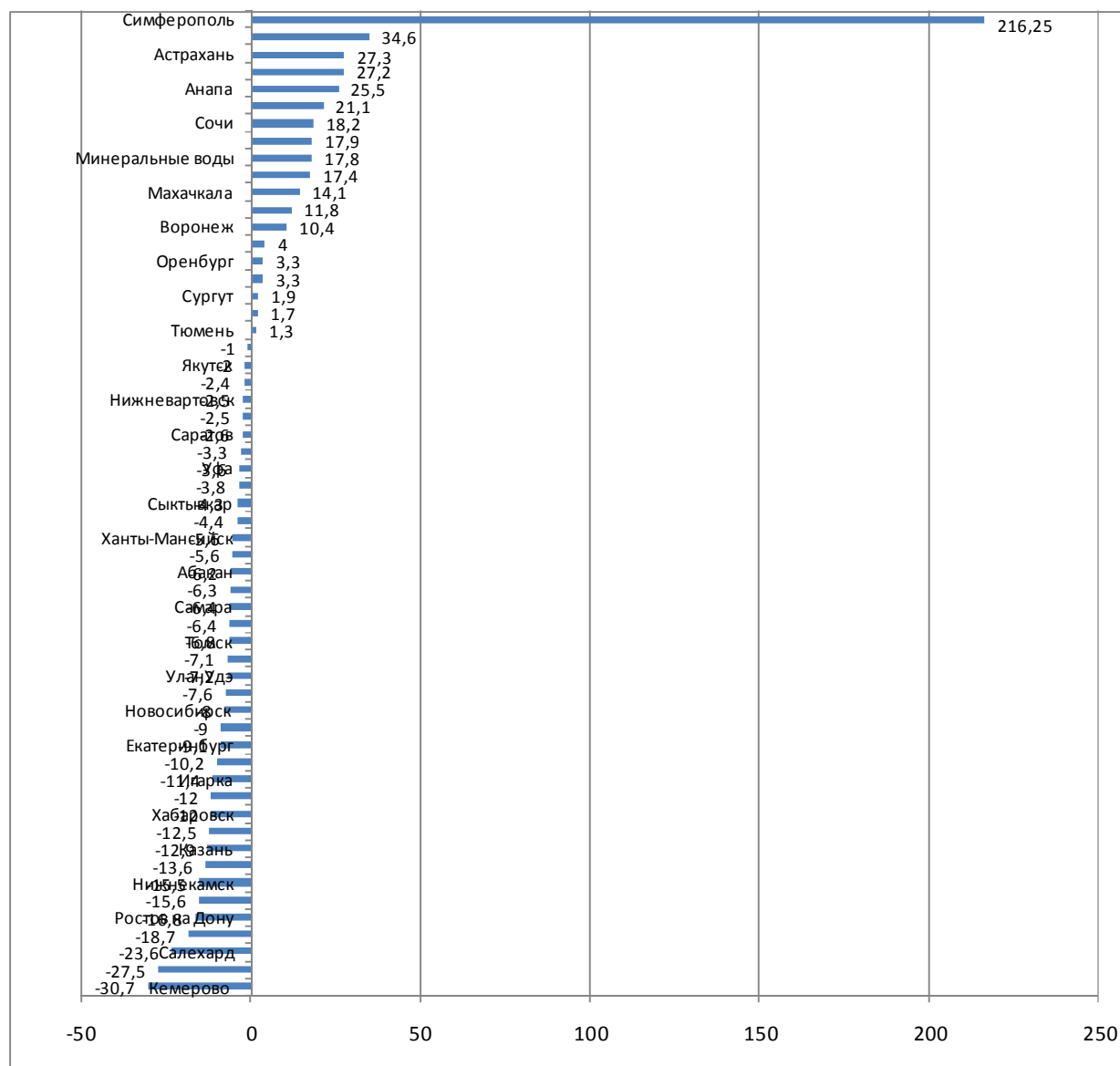


Рис. 5. Изменение объемов пассажиропотока в 2015 году в сравнении с 2014 годом, %

Указанные тенденции оказывают существенное влияние на структурные изменения и динамику численности авиационного персонала. Так как динамика авиационных перевозок характеризуется чередующимися взлетами и провалами, изменениями в структуре перевозок (ВВЛ и в международном сообщении), соответственно, данные изменения характерны и для рынка труда авиационной сферы. Однако, для своевременного обеспечения авиационного бизнеса квалифицированным персоналом в необходимом количе-

стве, а также по составу требуемых профессий и компетенций, рынок образования должен осуществлять прогнозирование в краткосрочной, среднесрочной и долгосрочной перспективе требуемого состава и количества специалистов отрасли. Таким образом, прослеживается связь между развитием транспортного комплекса, рынка труда и рынка образования в авиационной сфере.

Исследования компании *Boeing* показали, что приоритетом обучения в странах Европы является ежегодный выпуск молодых спе-

циалистов для авиационной сферы в количестве более 5000 авиационных инженеров и техников, чтобы соответствовать растущему спросу на них. В настоящее время в данном регионе обучается количество специалистов, которые могут обеспечить лишь 50% прогнозируемой потребности. Профессия пилота также является достаточно востребованной, однако каждая новая модель самолета, производимая в настоящее время, предполагает максимальное снижение рабочей нагрузки на пилота. Такая тенденция приводит к ситуации, характеризующейся тем, что авиационная техника становится более сложной в обслуживании, и провайдеры технического обслуживания вынуждены постоянно инвестировать в новых специалистов и повышать квалификацию существующего персонала. Это в настоящее время является одной из движущих причин рынка труда в авиационной сфере, в связи с чем профессия пилота уступает первые строчки в рейтингах популярных и перспективных авиационных профессий профессии авиационного механика.

Для проведения оценок состояния рынка труда используется hh-индекс, характеризующий его состояние по отраслям и регионам РФ [1]. Индекс вычисляется путем соотношения числа размещенных в базе HeadHunter резюме к общему числу открытых

вакансий. Высокие значения индекса свидетельствуют о высокой конкуренции в отрасли. На рис.6 представлена динамика среднемесячного hh-индекса для отрасли «Транспорт и логистика» по городам Москва, Санкт-Петербург, Екатеринбург, Новосибирск и в целом регионов РФ с начала 2014 г.[1].

Как видно из рисунка 6, начиная с января 2015 года, наблюдался значительный рост индекса – практически в 1,5 – 2 раза до марта 2015, когда все регионы показали максимальные значения. Это значит, что в марте 2015 года был зафиксирован максимальный разрыв между количеством резюме и вакансий. Иными словами, по сравнению с аналогичным периодом прошлого года спрос на вакансии со стороны соискателей увеличился примерно в 1,5 – 2 раза. Начиная с апреля 2015 года наметился спад, однако индекс еще не достиг значений, зафиксированных в докризисный период. Для соискателей работы это значит, что рынок труда транспорта по-прежнему остается высоко конкурентным, а в связи с последними событиями на рынке авиаперевозок конкуренция вырастет весьма значительно. Кроме того, график отражает сезонность, проявляющуюся в увеличении активности на рынке труда в марте и октябре каждого года.



Рис. 6. Динамика среднемесячного hh-индекса для отрасли «Транспорт и логистика»

Согласно данным компании «Авиаперсонал» с января 2014 года по сентябрь 2015 года, пики обращений по вопросам поиска работы были зафиксированы в марте и апреле 2014 года, что отражают общую тенденцию рынка труда к увеличению активности в весенний период, а также в январе, марте и июне 2015 года (рис.7) [1]. Наибольшее количество обращений поступило от аэропортового и административного персонала (30,5%), доля летного состава составила 20,7%, инженерно-технический персонал – 18,5%, кабинного экипажа – 15,5%, высшего менеджмента и руководящего состава – 14,8%. Если в течение последних 1,5 лет наблюдался устойчивый спрос на вакансии летного состава, то начиная с июня 2015 года спрос на вакансии летного состава вырос в 1,7 раз и продолжает расти в настоящее время.

В 2014 году работодатели во многом повысили требования к общей производительности труда (количество перевезенных пассажиро-

киллометров на 1 работника авиакомпании), а также к профессиональным компетенциям и личностным характеристикам персонала. В связи с ростом требований работодателей соискатели работы в авиационной сфере стали активнее интересоваться профильными образовательными курсами и программами с целью повышения уровня профессионализма и расширения перечня своих компетенций. Большое число резюме специалисты кадровых агентств отмечают среди вторых пилотов. По данным Росавиации в 2012 году согласно данным мониторинга авиакомпании заявляли потребность на 2015 год в размере 1150 вторых пилотов, в 2014 году эта цифра была существенно урезана – 632 человека. В дефиците на рынке труда авиасферы остаются командиры воздушных судов регулярных авиaperевозок и инженеры технического обслуживания и ремонта воздушных судов и агрегатов. Все эти явления повлекли на тенденции спроса и предложения на рынке труда отрасли.

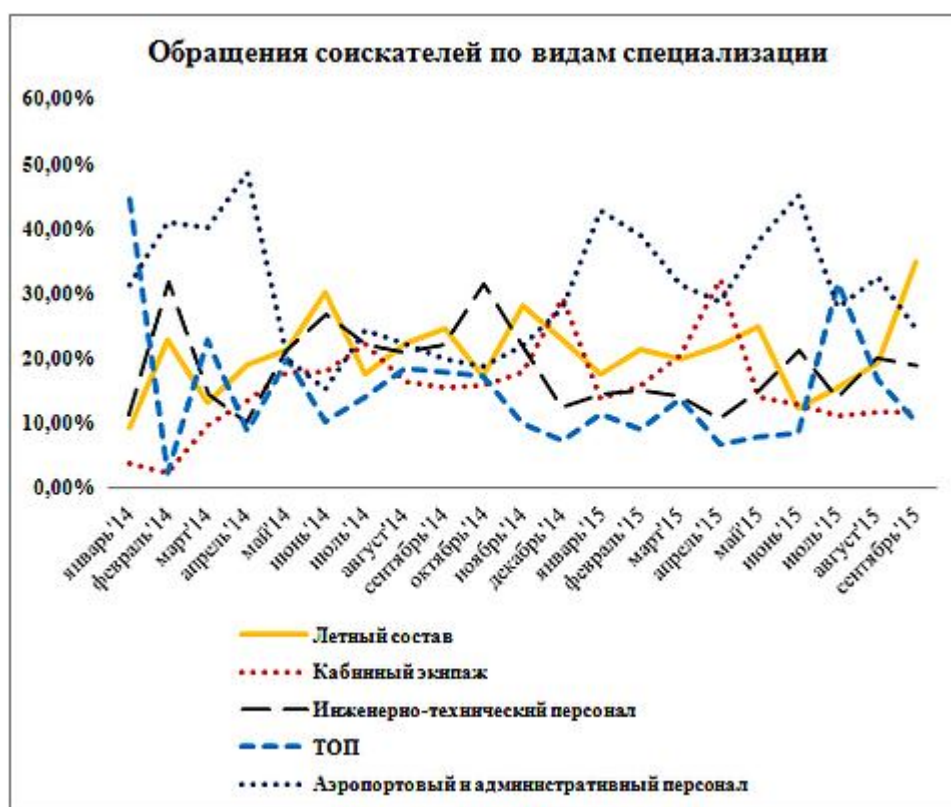


Рис. 7. Динамика обращений соискателей по категориям авиационного персонала

Результаты исследования

Проведенное исследование позволило выявить следующие зависимости рынка авиатранспортных услуг и рынка труда. В

таблице описана зависимость изменений, прогнозируемых на рынке труда а авиационной сфере, от состояния и тенденций развития авиатранспортного комплекса (АТК).

Таблица – Зависимость изменений, прогнозируемых на рынке труда а авиационной сфере, от состояния и тенденций развития АТК

Состояние и тенденции развития АТК		Характер влияния факторов на рынок труда авиационного персонала
Отрицательная динамика пассажиропотока в 2014-2015 годы		Снижение числа вакансий на 40% за период 2014-2015 г.г.
Низкая доля воздушного транспорта в перевозках пассажиров (0,1-0,2%)		Снижение числа работодателей и вакансий
Небольшой прирост парка воздушных судов с 5,5 (2005 г) до 6,9 (2014 г) тыс.ед.		Уход из отрасли обученных специалистов (обеспечивающего персонала)
Концентрация авиаперевозок вокруг крупных авиаузлов (в основном, МАУ)		Необходимость повышения уровня компетенций персонала для обеспечения востребованности на рынке труда
Укрупнение авиакомпаний за счет поглощения или слияния авиаперевозчиков		Сокращение административного персонала, уход из отрасли
Рост пассажиропотока отдельных региональных аэропортов		Рост потребности в персонале на региональных рынках
Рост пассажиропотока на ВВЛ, прогнозируемый как краткосрочный		Профицит летного состава в РФ при противоположной тенденции мирового рынка
Оптимизация расходов авиакомпаний в условиях провала рынка за счет сокращения персонала		Миграция квалифицированных кадров за границу
Переизбыток провозных мощностей на фоне снижения спроса на перевозки		Рост привлекательности региональных рынков труда для соискателей работы
Сокращение поставок новых самолетов из-за избытка провозных возможностей		Прогнозируемый рост потребности в выпускниках летных ВУЗов и училищ
		Рост спроса на образовательные продукты ВУЗов
		Сокращение спроса на инженерно-технический персонал
		Невостребованность на рынке обученных в ВУЗах авиационных кадров

Заключение

Таким образом, проведенное исследование показывает, что существует зависимость изменений рынка труда, ориентированного на авиационную сферу бизнеса, в зависимости от влияния факторов, определяющих тенденции его развития. Для учета факторов и ограничений развития авиатранспортного комплекса в будущем необходим регулярный мониторинг происходящих изменений транспортного рынка, тенденций в авиационной сфере и адаптация образовательных программ под требования двух рынков: труда и воздушного транспорта (с учетом авиационной и аэропортовой инфраструктуры).

Библиографический список

1. Обзор рынка труда авиатранспортной отрасли. Данные кадрового агентства АвиAPERсонал. - Интернет-ресурс. Режим доступа:

<http://www.aviapersonal.com/#!analytics-of-labour-market/czu0>

2. Будрина, Е.В. Экономика транспорта: Учебник и практикум / Е.В. Будрина, С.А. Бородулина, Н.А. Логинова, Л.И. Роговичене, Е.В. Табачникова Москва, 2015. Сер. 58 Бакалавр. Академический курс (1-е изд).

3. Статистика рынка транспортных услуг. Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики. Интернет-ресурс. Режим доступа: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/enterprise/transport/

4. Основные показатели работы гражданской авиации России за январь-август 2014-2015 годы. Статистика Росавиации. Интернет-ресурс. – Режим доступа: <http://www.aex.ru/docs/2/2015/9/25/2313/> - 25.09.2015

5. Основные показатели работы гражданской авиации России за январь-сентябрь 2014-2015 г.г. / Росавиация, 26.10.2015 - Интернет-ресурс. – Режим доступа: <http://www.aviaport.ru/digest/2015/10/26/365327.html>

6. Бородулина, С.А. Вопросы развития транспортной отрасли в условиях формирования актуальных стратегических ориентиров / С.А. Бородулина. – В сборнике: Логистика: современные тенденции развития. Материалы XIV Международной научно-практической конференции. Санкт-Петербург, 2015. – С. 70-73.

7. Опрос работодателей авиатранспортной отрасли в конце 2014 года: Данные кадрового агентства «Авиаперсонал» Интернет-ресурс. – Режим доступа: <http://www.aviaport.ru/analytics/job/rating/>

8. Ситкина, М. Руководители Росавиации и Роструда провели совещание по вопросам трудоустройства работников авиакомпании "Трансаэро" – Режим доступа: <http://www.aviaport.ru/news/2015/11/11/368525.html>

9. Канищев А. Российские региональные авиаперевозки. Рамки создания успешного проекта – Режим доступа: <http://www.aex.ru/docs/2/2013/6/18/1819/>

10. Смирнов М.Ю. Развитие региональных аэропортов РФ: проблемы и инициативы по их решению – Доклад. Международный авиационный форум «Крылья России», 11 - 12 октября 2011 г.

THE CURRENT STATE AND TRENDS OF AIR TRANSPORT AS FACTORS OF THE LABOR MARKET STRUCTURAL CHANGES IN AVIATION BUSINESS

U.U. Mihalchevsky

Abstract. The article describes the relevance of the study in the current state and trends of air transportation. We have established the relationship of transport services market, the labor market and the education market in the aviation sector. Air transport market is characterized by ups and dips in traffic. Changing of transportation structure under the influence of external factors are significant. The article illustrates the air transport services market statistics and changes in the market of aviation personnel. We gave an overview of the aviation market research and conclusions of Boeing company, and systematized factors on labor market trends depending of the air transport market.

Keywords: air transport, transport services market, the labor market, aviation personnel

References

1. Review of labor market of air-transport branch. Data of recruitment agency Aviapersonnel. - Internet resource. Available at: <http://www.aviapersonal.com/#!analytics-of-labour-market/czu0>

2. Budrina E.V., Borodulina S.A., Loginov N.A., Rogavichene L.I., Tabachnikov E.V. *Ekonomika transporta* [Transport economics]. Uchebnik i praktikum. Moscow, 2015.

3. Statistics of the market of transport services. Official site of Federal State Statistics Service. Available at: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/enterprise/transport/

4. The main indicators of work of civil aviation of Russia for January-August, 2014-2015. Statistics of Rosaviatsia. Available at: <http://www.aex.ru/docs/2/2015/9/25/2313/> - 25.09.2015

5. The main indicators of work of civil aviation of Russia for January-September 2014-2015. Available at: <http://www.aviaport.ru/digest/2015/10/26/365327.html>

6. Borodulina S.A. Voprosi razvitiya transportnoi otrasli v usloviyah formirovaniya aktualnih strategicheskikh orientirov. V sbornike: Logistika: sovremennye tendencii razvitiya [Questions of development of transport branch in the conditions of formation of actual strategic reference points]. *Materialy XIV Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferencii*, Sankt-Peterburg, 2015. pp. 70-73.

7. Poll of employers of air-transport branch at the end of 2014: Data of recruitment agency of "Aviapersonal". Available at: <http://www.aviaport.ru/analytics/job/rating/>

8. Sitkina M. *Rukovoditeli Rosaviacii i Rostruda proveli soveshanie po voprosam trudoustroistva rabotnikov aviakompanii "Transaero"* [Heads of Rosaviatsia and Rostrud held meeting on questions of employment of employees of Transaero airline]. Available at: <http://www.aviaport.ru/news/2015/11/11/368525.html>

9. Kanishev A. Rossiiskie regionalnie aviaperevozki. Ramki sozdaniz uspeshnogo proekta [Russian regional air transportation. A framework of creation of the successful project]. Available at: <http://www.aex.ru/docs/2/2013/6/18/1819/>

10. Smirnov M.U. Razvitiie regionalnih aeroportov RF: problemi i iniciativi poi h resheniu [Development of the regional airports of the Russian Federation: problems and initiatives of their decision – the Report]. *Doklad. Mezhdunarodnyi aviacionniy forum «Krylia Rossii»*, 11 - 12 oktyabrya 2011.

Михальчевский Юрий Юрьевич (Россия, г. Санкт- Петербурге) – кандидат технических наук, доцент, Проректор по профессиональной подготовке и международным связям - директор Авиационного учебного центра (АУЦ) ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации» (196210, Санкт-Петербург, ул. Пилотов, 38. e-mail: piter000000@yandex.ru).

Mihalchevsky Yury Yuryevich (Russia. St. Petersburg) – candidate of technical sciences, the associate professor, the Vice rector for vocational training and international relations - the director of the Aviation Training Center (ATC) FGBOU VPO "St. Petersburg State University of civil aviation" (196210, St. Petersburg, Pilotov St., 38. e-mail: piter000000@yandex.ru).

УДК 625.768.1

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ СТРУКТУРНЫХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ РЕМОНТАМИ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ТЕНДЕРОВ

¹Л.И. Остринская, ¹С.Ю. Пестова, ¹Н.Г. Остринская, ²Е.Г. Остринская

¹ФГБОУ ВПО «СибАДИ», Россия, г. Омск;

² ФГБОУ ВПО «Финансовый университет при Правительстве РФ.

Аннотация. Рассматриваются вопросы оценки эффективности управления ремонтами через механизмы тендерной системы. Строится обобщенная схема системы управления ремонтами и модель управления ремонтным фондом, определяется схема подсистемы распределения инвестиций на экономическом объекте. Построенная модель, призвана распределить инвестиционные проекты на рынке подрядных организаций-поставщиков строительно-монтажных работ таким образом, чтобы достигались показатели минимизации инвестиционного риска и стоимости выполнения проектов.

Ключевые слова: тендерная система, система управления ремонтами, поток, система, инвестиционный проект, подрядная работа, ремонтный фонд, финансирование, автоматизированная информационная система.

Введение

Тендерная система прочно вошла в жизнь любого экономического объекта. Важность применения качественных технологий осуществления госзакупок и госзаказов согласно Федеральному закону №44 «О контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд» в данном направлении призвана решить ряд важных экономических задач, в том числе связанных с финансовыми

ресурсами [1]. Поэтому для каждого значимого потока инвестиций на экономическом объекте необходимо прийти к минимизации затрат [2]. Для примера рассмотрим систему управления ремонтами на экономическом объекте.

Система управления ремонтами

В общем виде система управления ремонтами на экономическом объекте имеет классический вид, представленный на рисунке 1.

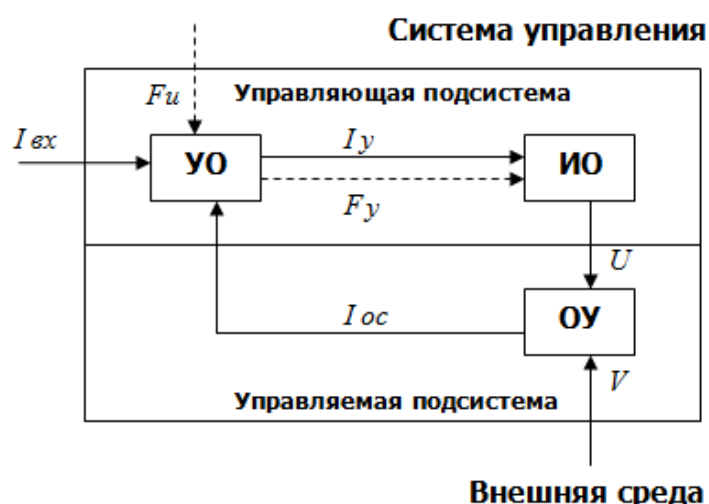


Рис. 1. Обобщенная схема системы управления ремонтами

В управлении ремонтами как правило могут участвовать: управляющий орган (УО) – это аппарат управления экономического объекта; объект управления (ОУ) – установки, здания и сооружения; исполнительный орган

(ИО) – подрядные строительно-монтажные организации (СМО).

Изображенные сплошными стрелками потоки обозначают: I_{vx} - информационный поток концептуальной модели управления (по-

ток целей и функций) системы; V - физический поток внешнего разрушающего воздействия на используемые объекты; I_{oc} - информационный поток обратной связи, осведомляющий о текущем состоянии используемых объектов; I_y - информационный управляющий поток, формируемый на основе анализа потоков I_{vx} и I_{oc} ; U - физический поток управляющего воздействия СМО на объекты.

К классической схеме управления добавлены два важнейших потока (пунктирные стрелки): F_u - финансовый поток из бюджета головной компании; F_y - управляющий финансовый поток.

Их наличие превращает изображенную систему в систему управления инвестициями в ремонты (ОУ) через исполнительный орган (ИО), который возникает в системе только благодаря инвестиционному финансовому потоку F_y , действующему совместно с информационным потоком I_y .

Другой особенностью исследуемой системы управления является то, что ее устойчи-

вость достигается при адекватности пар потоков $I_{vx} - F_u$ и $I_y - F_y$, т.е. потребности (I_{vx} и I_y) должны согласовываться с финансовыми возможностями (F_u и F_y).

Указанные особенности отражены на рисунке 2. На изображенной схеме управляющий орган системы разбит на четыре подсистемы: АУ - аппарат управления; МСРФ - мониторинг состояния ремонтного фонда; КВР - качество выполненных работ; РИ - распределение инвестиций.

Система имеет четыре основных внешних потока воздействия: I_{vx} - содержащий информацию входной поток внешнего окружения и концептуальной модели управления (КМУ); F_u - финансовый поток от источников инвестиций; $I_{п}$ - информационный поток сведений о подрядных организациях от рынка подрядных работ; V - поток физического разрушающего воздействия на объекты ремонтного фонда.

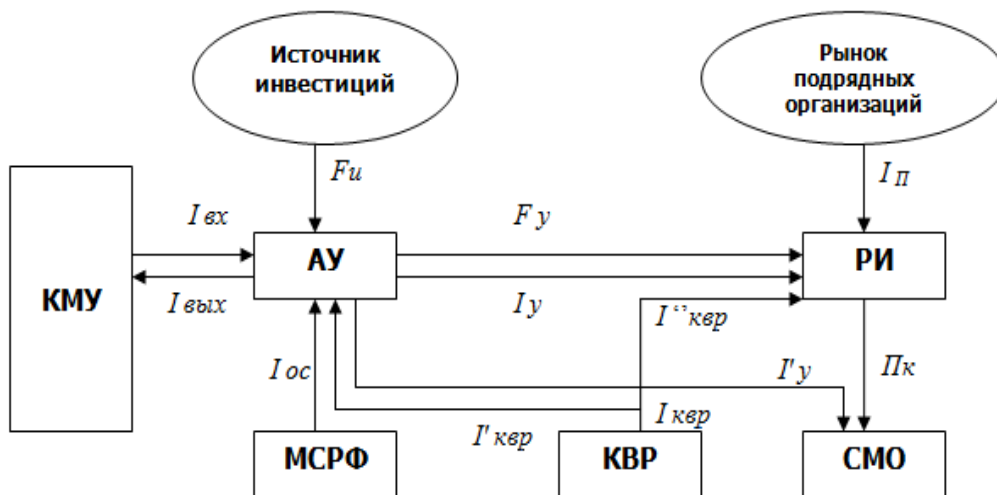


Рис. 2. Система управления ремонтным фондом объекта

Основным и наиболее сложным управляющим блоком системы является подсистема «Аппарат управления (АУ)». Этот блок перерабатывает внешние информационно-финансовые и внутренние информационные потоки обратной связи: I_{oc} (о состоянии ремонтного фонда от подсистемы МСРФ) и $I_{квр}$ (о качестве работ, выполненных подрядными СМО). Результатом обработки входных информационных и финансовых потоков являются управляющий финансовый поток F_y , поступающий в подсистему распределения инвестиций (РИ), а также информационный управляющий поток I_y , направленный в подсистему РИ, и информационный управляю-

щий поток I_y , воздействующий на исполнительный орган системы управления – строительномонтажные организации (СМО). Причем, результатом обработки потоков I_{vx} , I_{oc} и F_u являются не только потоки управления I_y и F_y , но и информационный поток I_{vix} , корректирующий концептуальную модель управления на уровне частных целей и задач, так как интенсивность финансового потока от источников инвестиций прямо влияет на выбор объектов инвестиций, объемов и видов работ [3]. Финансовый инвестиционный поток F_y , подлежащий распределению среди подрядных СМО, и информационный поток I_y , содержащий инвестиционные проекты, разра-

ботанные на основе данных мониторинга состояния ремонтного фонда (I_{oc}), концептуальной модели (I_v) и финансовых возможностей (F_i), поступают в подсистему распределения инвестиций (РИ). Эта подсистема призвана распределить инвестиционные проекты на рынке подрядных работ так, чтобы достигались минимизация инвестиционного риска и стоимости выполнения проектов. Задачу уменьшения инвестиционного риска решает подсистема качества выполняемых строительно-монтажных работ, информационный фонд которой содержит сведения по качеству работ, выполнявшихся ранее СМО (часть потока $I_{квр}$), и информационный фонд, содержащий сведения об участниках рынка подрядных работ (поток $I_{п}$).

Задача минимизации стоимости подрядных работ решается в подсистеме РИ на основе методики организации и проведения тендеров (конкурсов) [4]. Другая часть информационного потока из подсистемы качества выполненных работ (КВР) поступает в аппарат управления, где в результате его анализа создается управляющий поток I_y , позволяющий оперативно корректировать процесс выполнения проектов.

Подсистема распределения инвестиций

Для повышения эффективности инвестиций разработана подсистема распределения инвестиций (РИ) ремонтного фонда экономического объекта, структурная схема которой приведена на рисунке 3.

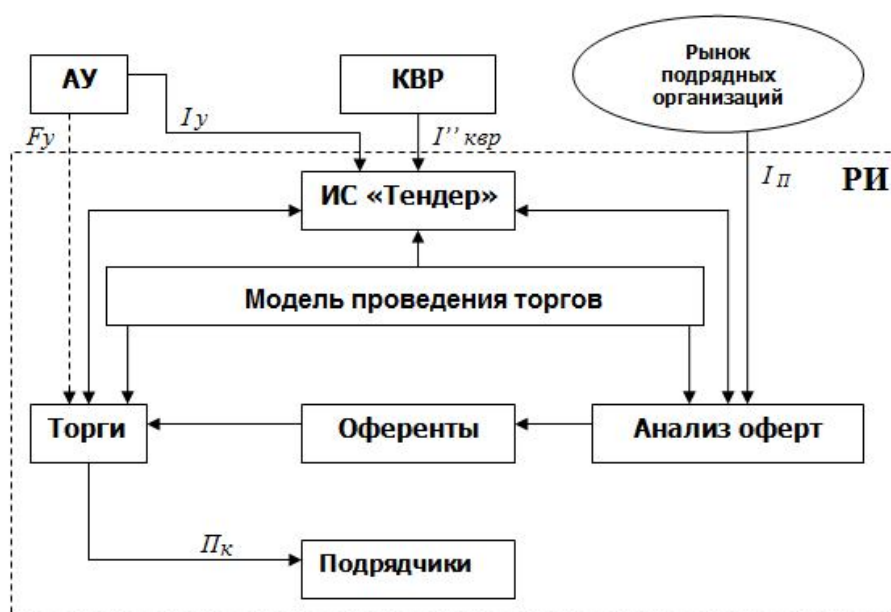


Рис. 3. Структурная схема подсистемы распределения инвестиций (РИ)

Основное функциональное назначение подсистемы РИ состоит в эффективном распределении инвестиционных проектов, минимизирующих стоимость и степень риска их выполнения на рынке подрядных организаций-поставщиков строительно-монтажных работ. В качестве основы для создания модели функционирования подсистемы принята широко распространенная в странах с рыночной экономикой методология конкурсных торгов (тендеров) [5].

Взаимодействие блоков подсистемы РИ управляется моделью (методикой) проведения закрытых торгов, включающую регламент, требования к тендерной документации, процедуру торгов, критерии выбора победителя. Входные информационные потоки по-

ступают в подсистему РИ от подсистемы АУ в виде I_y (комплект инвестиционных проектов), от подсистемы КВР в виде $I''_{квр}$ (сведения о подрядчиках и качестве выполненных ими работ), от рынка подрядных организаций в виде $I_{п}$ (сведения об организациях, действующих на рынке строительно-монтажных работ).

Кроме того, в подсистему поступает финансовый поток F_i для финансирования инвестиционных проектов. Заявки на участие в торгах поступают в блок анализа ofert, где они проходят предквалификацию, а прошедшие ее попадают в состав оферентов, допущенных к торгам. Победители торгов становятся подрядчиками на выполнение инвестиционных проектов. Для автоматизации обра-

ботки информации в подсистеме РИ можно предусмотреть использование автоматизированной информационной системы, которая решит вопросы тендерных мероприятий [6]. При разработке методики организации и проведения тендеров преследовалась цель минимизации стоимости строительно-монтажных работ при одновременном повышении их качества. В связи с этим тендерным комитетом экономического объекта может быть применена методика проведения закрытых тендеров и подготовки тендерной документации участниками торгов [7]. Закрытость тендеров и состоит в том, что тендерный комитет на основе анализа технико-экономических данных участников выбирает потенциальных оферентов и уже среди них проводит торги. Такой подход позволяет

уменьшить опасность инвестирования рискованного проекта и стабилизировать выполнение плана строительно-монтажных работ. Методика разработана на основе федерального закона 44-ФЗ «О контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд» от 05.04. 2013 года.

Основные отличия разработанной методики от существующих состоят в изменении порядка и необходимости внесения залогов, сроков действия оферт, в определении критериев допуска к торгам и выбора победителей. Эффективность тендеров может определяться в денежном и процентном выражении как разница между ориентировочной ценой заказчика и ценой победителя торгов [8], например, (см. табл. 1).

Таблица 1 – Показатели подрядных торгов экономического объекта (пример расчета)

Период проведения тендера	Цена заказчика, тыс.руб.	Цена победителей, тыс.руб.	Эффективность торгов, тыс.руб.	Эффективность торгов, %
окт-дек 2013	360 978	356 069	4 909	1,36
янв-дек 2014	1 399 547	1 373 096	26 451	1,89
янв-апр 2015	497 846	487 846	10 007	2,01

Заключение

Проблема контроля работоспособности оборудования представляет для экономического объекта особую значимость. Каждый объект стремится снизить затраты на всех этапах производства и обеспечить его непрерывность. Для этого необходимо обеспечить повышение надежности работоспособности оборудования. Система управления ремонтами предназначена для управления работами, мониторинга состояния ремонтного фонда, контроля затрат и качества выполнения работ. В условиях рыночной экономики, контракты в системе управления ремонтами могут быть заключены только посредством проведения тендера. Заключение контракта позволяет выбрать наиболее удовлетворяющего критериям подрядчика по минимальной цене, что в свою очередь рождает «здоровую» конкуренцию между участниками рынка, а также, минимизирует коррупционный аспект.

Библиографический список

1. Федеральный закон "О контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд" N 44-ФЗ от 05.04.2013
2. Федеральный закон "О внесении изменений в Федеральный закон "О контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспе-

чения государственных и муниципальных нужд" N 140-ФЗ от 04.06.2014

3. Информационная поддержка малого и среднего бизнеса по созданию инвестиционных проектов Остринская Л.И., Колосова К.В. // Инновационное развитие информационно-коммуникационных технологий: материалы регионального межвузовского семинара кафедр Сибирского региона. Омск, 2011. – С. 32-37.

4. Постановление Правительства РФ "Об утверждении Правил оценки заявок, окончательных предложений участников закупки товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд" N 1085 от 28.11.2013

5. Постановление Правительства РФ "О единых требованиях к региональным и муниципальным информационным системам в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд" N 1091 от 28.11.2013

6. Мещерякова, Н.А. Информационные технологии в оптимизационном моделировании экономических процессов / Н.А. Мещерякова // Математическое моделирование в экономике, управлении, образовании: материалы междунар. науч.-практ. конф. – Калуга, 2012. – С. 323-332.

7. Что такое госзакупки, и какие виды торгов бывают? / ZakupkiHelp [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <http://www.zakupkihelp.ru/archives/1>

8. О новой системе госзакупок / Открытые госзакупки [Электрон. ресурс]. Режим доступа: http://goszakupki.open.gov.ru/about_new/

ASSESSMENT OF THE EFFECTIVENESS OF STRUCTURAL REFORMS IN THE MANAGEMENT SYSTEM REPAIRS FROM THE INTRODUCTION OF THE TENDER SYSTEM

L. I. Ostrinskaya, S. Yu. Pestova,
N. G. Ostrinskaya, E. G. Ostrinskaya

Abstract. The questions assess the effectiveness of the repair control mechanisms through the tender system. We construct a generalized diagram of the control system repairs and maintenance fund management model, determined by the scheme of subsystem distribution of investments in the economic object. The constructed model, is designed to distribute investment projects in the market of contractors, suppliers of construction and installation works in such a way as to achieve the performance to minimize investment risk and the cost of the project implementation.

Keywords: tender system, control system repairs, stream, system, investment projects, contract work, repair fund, funding, automated information system.

References

1. Federal law "On contract system in procurement of goods, works, services for state and municipal needs" N 44-FZ dated 05.04.2013
 2. Federal law "On amendments to the Federal law "On contract system in procurement of goods, works, services for state and municipal needs" N 140-FZ dated 04.06.2014
 3. Information support of small and medium businesses to establish investment projects Ostrinskaya LI, Kolosov KV // Innovative development of information and communication technologies: Materials of the regional inter-university seminar chairs Siberian region. Omsk, 2011. - P. 32-37.
 4. Resolution of the Government of the Russian Federation "On approval of rules for assessment of applications, the final proposals of the participants of purchasing goods, works and services for state and municipal needs" N 1085 from 11.28.2013
 5. Resolution of the Government of the Russian Federation "On the uniform requirements for regional and municipal information systems in the field of procurement of goods, works and services for state and municipal needs" N 1091 from 11.28.2013
 6. Meshcheryakov, NA Information technology in the optimization of economic processes modeling [Text] / NA Meshcheryakov // Mathematical modeling in economics, management, education: Proceedings of the international. scientific and practical. Conf. - Kaluga, 2012. - S. 323-332.
 7. What is procurement, and what kinds of trades happen? / ZakupkiHelp [Electron. resource]. Access: <http://www.zakupkihelp.ru/archives/1>
 8. On the new system of public procurement / open public procurement [Electron. resource]. Access: http://goszakupki.open.gov.ru/about_new/
- Остринская Любовь Ивановна (Россия, г. Омск) – кандидат экономических наук, доцент, заведующий кафедрой «Прикладная информатика в экономике», ФГБОУ ВПО «СибАДИ» (644080, г. Омск, пр. Мира, 5, email: li_romanova@mail.ru).*
- Пестова Светлана Юрьевна (Россия, г. Омск) – доцент кафедры «Прикладная информатика в экономике», ФГБОУ ВПО «СибАДИ» (644080, г. Омск, пр. Мира, 5, email: pestova_sv@mail.ru).*
- Остринская Наталья Геннадьевна (Россия, г. Омск) – студентка 3 курса группы ПИБ13-И1 факультета «Информационные системы в управлении», ФГБОУ ВПО «СибАДИ» (644080, г. Омск, пр. Мира, 5, email: ostrinskaya_n@mail.ru).*
- Остринская Елизавета Геннадьевна (Россия, г. Омск) – студентка 2 курса группы Ф1 факультета «Экономика», ФГОБУ ВПО «Финансовый университет при Правительстве РФ, Омский филиал» (644043, г. Омск, Партизанская ул., 6, email: feliz_elize@mail.ru).*
- Ostrinskaya Liubov Ivanovna (Russian Federation, Omsk) – head of the Department of "Applied Informatics in Economics", of The Siberian State Automobile and Highway academy (SibADI). (644080, Omsk, Mira Ave., 5, email li_romanova@mail.ru).*
- Pestova Svetlana Yurievna (Russian Federation, Omsk) – head of the Department of "Applied Informatics in Economics", of The Siberian State Automobile and Highway academy (SibADI) (644080, Omsk, Mira Ave., 5, email pestova_sv@mail.ru).*
- Ostrinskaya Natalya Gennadievna (Russian Federation, Omsk) – 3rd year student group P1b-1311 of faculty «Information systems in management» of The Siberian State Automobile and Highway academy (SibADI) (644080, Omsk, Mira Ave., 5, email ostrinskaya_n@mail.ru).*
- Ostrinskaya Elizaveta Gennadievna (Russian Federation, Omsk) – 2nd year student group F1 of faculty «Economy» of the Financial University under the Government of the Russian Federation, Omsk branch) (644043, Omsk, Partizanskaja Ave., 6, email feliz_elize@mail.ru).*

УДК 656.07

РАЗВИТИЕ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА: РОССИЙСКИЙ И ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ

Е.Ю. Ренгольд

ФГБОУ ВПО «СибАДИ», Россия, г. Омск.

Аннотация. *Статья посвящена исследованию процессов в автотранспортной отрасли, как в России, так и за рубежом. В ней проведен анализ статистической информации в области автомобильного транспорта, рассмотрено изменение российского законодательства в сфере транспорта, а также приведены аналитические данные на автомобильном транспорте, подтверждающие выводы автора.*

Ключевые слова: *автомобильный транспорт, автотранспортная отрасль.*

Введение

Современный этап развития общества предполагает определенный уровень социально-экономического, политического, технологического и информационного развития государств. Возрастающая в этих условиях роль транспорта обуславливается процессами мировой хозяйственной глобализации и усилением международного разделения труда, что сопровождается переносом ряда производств из развитых стран в страны Юго-Восточной Азии. Данные процессы требуют государственного регулирования транспортной деятельности, как через законодательное регулирование, так и через юридическое обеспечение безопасности движения, экологическую безопасность, а также через стимулирование развития транспортной инфраструктуры в каждой отдельной стране.

Особенности развития автотранспортной отрасли в России и за рубежом

XX век характеризуется значительным распространением в мире автомобильного транспорта. Так за последнее столетие количество автомобилей в мире увеличилось с 6 тыс. до более чем 1 млрд. штук [1,2]. Данные темпы роста обусловлены тем, что автомобильный транспорт по праву можно считать наиболее удобным видом транспорта. Маневренность автомобилей, способность доставлять пассажиров и грузы «от двери до двери», относительно невысокая себестоимость перевозок сыграли ключевую роль для его развития.

Темпы развития автомобильного транспорта напрямую зависят от уровня развития автомобильной инфраструктуры, к которой в первую очередь относится протяженность и качество автомобильных дорог. Первые автомобильные дороги с твердым покрытием появились еще в XVI веке во Франции. К середине XX века их доля в мире составляла около 50% от общей протяженности автодорог. Сегодня более 90% всех дорог в мире

имеют твердое покрытие, при этом более половины из них относятся к категории усовершенствованных. В России к концу 2014 года доля дорог с усовершенствованным покрытием составила 70,5% [3].

Основной характеристикой дорог является их протяженность. В первую двадцатку стран, на долю которых приходится 85% мировой автодорожной сети входят семь стран Европы, шесть стран Азии, две страны Северной Америки, две страны Латинской Америки, одна страна Африки, Австралия и Россия. К странам, в которых протяженность дорог составляет более 1 млн. км относятся: США, Индия, Китай, Бразилия, Россия, Канада, Япония и Франция. К странам с протяженностью дорог от 500 тыс. до 1 млн. км относятся: Австралия, Южноафриканская республика, Испания, Италия, Германия и Швеция. Страной лидером по протяженности автодорог в 6 587 тыс. км сегодня является США, в то время как в России этот показатель составляет 1 282 тыс. км, что более чем в 5 раз меньше, чем в стране-лидере. Длина сети автомобильных дорог в странах мира представлена на рисунке 1. Из графика видно, что Россия в этом списке находится на пятом месте, поднявшись с седьмого места за последние 3 года [4].

Транспортная инфраструктура в странах мира развита не равномерно. К примеру, в Европе в 10 раз выше плотность сети автомобильных дорог, чем в Азии. Так, в России этот показатель в 2014 году составил 81 км на 1000 кв. км территории. Это аналогично показателям многих развивающихся стран, таких как Узбекистан и Таджикистан [3]. Проведенные исследования показали, что в последние годы значительно улучшилась оценка состояния дорожного хозяйства жителями нашей страны. В 2014 году половина всех респондентов дала положительную оценку состоянию автомобильных дорог, а именно, дорожному полотну, разметке, размещению

светофоров и знаков. 32% опрошенных абсолютно не удовлетворены состоянием дорог в своих населенных пунктах. К городам с наихудшим дорожным хозяйством за 2014 год относятся Волгоград, Омск и Самара. Лучшие дороги в Тюмени, Кемерово и Москве, при этом Москва впервые вошла в число лидеров, уступив лишь постоянным фаворитам данного рейтинга – Тюмени и Кемерово [5].

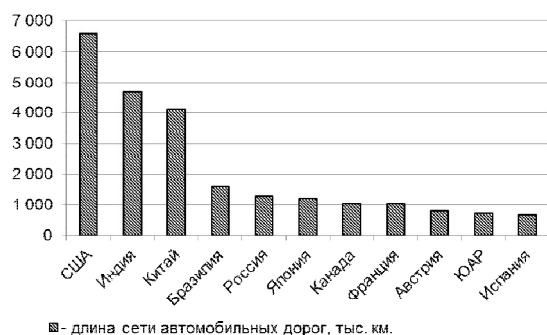


Рис.1. Длина сети автомобильных дорог по странам мира

Развитие автомобильного хозяйства зависит от государственных приоритетов и государственного регулирования транспортной системы каждой отдельной страны. Анализ зарубежного опыта в данном вопросе показал, что развитие автодорог в стране-лидере – США напрямую связана с приоритетами, выдвинутыми в 50-х годах XX века президентом Д. Эйзенхауэром, среди которых разработана и внедрена программа, посвященная сооружению сети национальных автострад США. Особенностью строительства автострад Америки, являлось то, что строящиеся автострады составляли не менее двух полос движения в каждом направлении, при этом они дополнительно сопровождалась запасными дорогами. Кроме того, полосы встречного движения были изолированы или вообще удалены друг от друга. Такое масштабное строительство позволило улучшить связь между населенными пунктами, значительная масса которых не имеет других путей сообщения, и заложить основу масштабного развития автотранспортной отрасли страны [6].

Зарубежный опыт регулирования автотранспортной отрасли

Регулирование в транспортной отрасли США осуществлялось исторически сложившейся трехступенчатой системой органов управления: органами федерального правительства, органами штатов и местными властями. Однако значительно разросшийся бюрократический аппарат административно-

правового регулирования привел к необходимости создания в 1966 году единого Министерства транспорта США. На него были возложены ключевые задачи по разработке транспортной политики государства, способствующей созданию быстрого, безопасного, эффективного и удобного транспорта. В условиях масштабов страны (США находится на четвертом месте в мире по занимаемой площади территории после России, Канады и Китая) решения ряда вопросов в сфере транспорта, как Министерство транспорта, так и Конгресс видели в развитии системы поощрения частного предпринимательства, а также через расширенное внедрение новой техники и технологий [7].

Следует отметить, что особое место в системе государственного регулирования автотранспортной отрасли Америки занимают правительственные исследовательские центры, а также исследовательские центры промышленных корпораций. Среди них – Технический исследовательский центр корпорации «Дженерал моторс», Отдел исследований и планирования перспективного автомобильного транспорта компании «Форд-моторс», транспортный институт Карнеги и другие [7]. Американский опыт регулирования автомобильного транспорта может быть применим и в нашей стране, поскольку оба государства имеют федеративное устройство, большинство автотранспортных предприятий находятся в частной собственности, а процесс их приватизации в России проходил быстрыми темпами.

Опыт использования государственных и частных исследовательских центров в системе регулирования автотранспортной отрасли позволил бы в масштабах нашей страны не только объективно и более качественно выявлять проблемные звенья в существующей системе регулирования и управления, но и находить действенные подходы к их решению. Создающиеся в последние годы частные исследовательские центры и агентства в области автомобильного транспорта, осуществляя значительную работу по сбору, обработке и анализу складывающейся ситуации в рассматриваемом сегменте, не доводят итоговую аналитическую информацию до всех заинтересованных лиц. Основная часть информации закрыта для свободного доступа и может быть получена только в результате приобретения дорогостоящих аналитических сборников, что тормозит как процесс исследований в транспортной отрасли, так и разработку путей решения существующих проблем [8].

Целенаправленная государственная политика в области административно-правового регулирования автотранспортной деятельности в нашей стране за последние десять лет реализовалась в принятии ряда законопроектов и отраслевых программ, которые определяют стратегию, тактику и методы развития автотранспортного комплекса России [9-16]. Они призваны совершенствовать механизм взаимодействия и регулирования между органами власти разных уровней в вопросах, как развития, так и финансирования автотранспортной инфраструктуры и дорожного строительства [17-19].

Анализируя зарубежный опыт в области развития автотранспортной отрасли видно, что не только строительство высококачественных автотрасс позволило Америке за короткий срок выйти на передовые позиции в этом сегменте экономики. Большую роль в этом процессе сыграло развитие автомобильного парка страны. До Первой мировой войны в мире насчитывалось около 350 тыс. автомобилей. В 1986 году их было уже более 500 млн, а в 2010 году мир перешагнул рубеж в 1 млрд. автомобилей [6]. По данным ТОП-100 мирового рейтинга автомобильных рынков, представленным аналитическим агентством «Автостат», общий мировой рынок из года в год «растет». При этом весь мир по динамике авторынков можно условно разделить на две части. С одной стороны находятся рынки Китая и США, которые из года в год значительно увеличивают объемы реализации. С другой стороны – рынки всех остальных стран мира, которые в последние годы давали незначительный «рост» либо не менялись. Динамика изменения объема продаж

ведущих мировых автомобильных рынков за последние годы и их место в мире приведены на рисунке 2 и в таблице 1 [20].

Как видно из приведенных данных, продажи автомобилей на рынках Китая и США более чем в три раза превышают продажи на рынках всех остальных стран мира. Даже Япония, уверенно занимающая третье место в мире, отстает от США в три раза, а от Китая – более чем в четыре раза. Объемы продаж на автомобильном рынке в России с 2012 года стабильно снижаются. Наша страна по итогам 2014 года уступает в этом показателе лидеру почти в десять раз, а США – более чем в шесть раз. По итогам первого полугодия 2015 года продажи автомобильного рынка России «упали» почти в два раза по сравнению с аналогичным периодом 2014 года, что переместило нашу страну в мировом рейтинге ТОП-100 с 8 места на 12 место.

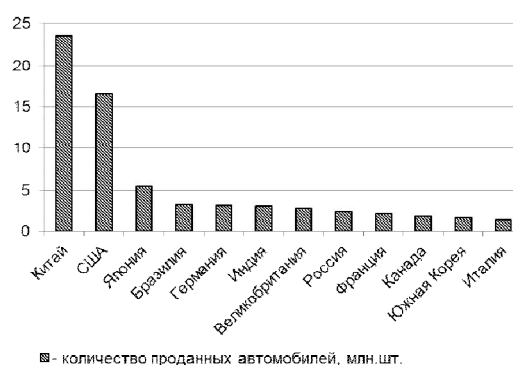


Рис. 2. Страны-лидеры мировых автомобильных рынков за 2014 год

Таблица 1 – Рейтинг стран-лидеров мировых автомобильных рынков

Страна	Занимаемое место в мире		
	в 2013 году	в 2014 году	в первом полугодии 2015 года
Китай	1	1	1
США	2	2	2
Япония	3	3	3
Бразилия	4	4	7
Германия	5	5	4
Индия	6	6	5
Великобритания	8	7	6
Россия	7	8	12
Франция	9	9	8
Канада	10	10	10

Однако рейтинг страны на мировом автомобильном рынке не отражает уровень автомобилизации населения. Количество автомо-

билей, приходящихся на 1000 жителей, отдельных стран представлено в таблице 2.

Таблица 2 – Количество автомобилей на 1 000 человек в 2014 году

Место в мире	Страна	Количество автомобилей, шт.
1	Монако	899
2	США	809
3	Лихтенштейн	796
4	Исландия	746
5	Люксембург	739
14	Канада	620
16	Япония	593
27	Германия	534
49	Россия	317
98	Китай	114

Как видно из таблицы 2 США, являясь четвертой страной в мире по площади и второй в рейтинге мировых автомобильных рынков, занимает также вторую позицию и по количеству автомобилей приходящихся на 1 000 жителей. Канада, занимающая второе место по площади, находится на 14 месте, а Россия, как самая крупная страна в мире и превосходящая Канаду по площади почти в два раза, находится на 49 месте. Таким образом, почти каждый житель США имеет автомобиль, в Германии и Канаде автомобилем владеет каждый второй житель, в то время как в России автомобиль есть только у каждого четвертого жителя страны. Китай, являясь на протяжении последних шести лет абсолютным фаворитом рейтинга ТОП-100 автомобильных рынков мира, занимает 98 строчку по обеспеченности граждан страны автомобилями, при этом автотранспортное средство есть только у каждого восьмого жителя данного государства.

Если рассматривать парк грузовых автомобилей, то здесь мировыми лидерами также выступают Китай и США. Суммарный выпуск грузовиков этими государствами составляет около половины всех производимых в мире транспортных средств данной категории. По данным Росстата, производство грузовиков в России в 2014 году снизилось на 25,7% [20]. Значительным недостатком перевозок грузов автомобильным транспортом в России является использование автомобилей малой и средней грузоподъемности, в то время как в развитых странах перешли на использование автомобилей тяжеловесов. Так в США и Канаде используются автомобили грузоподъемностью которых превышает 300 тонн. Например, автомобиль «Terex titan 33-19» имеет грузоподъемность 318 тонн, «Wabco» - 120 тонн, французский «Venne Morel» - 65 тонн, в то время как наибольшая грузоподъемность у отечественного автопоезда в составе КамАЗ-6460 с самосвальным полуприцепом НЕФАЗ-9509-30 имеет общую грузоподъемность 33,7 тонны [21].

Согласно данным ГИБДД России самыми распространенными марками грузовых автомобилей отечественного производства сегодня являются автомобили с грузоподъемностью до 3,5 тонн. Слабое использование автомобилей с высокой грузоподъемностью обусловлено во многом плохим качеством дорожного покрытия, которое не выдерживает крупнотоннажные автомобили [22]. Поэтому перемещение грузов по территории России осуществляется в основном другими видами транспорта, которые превосходят автомобильный транспорт либо скоростью доставки (воздушный транспорт), либо более низкой себестоимостью (железнодорожный, водный и трубопроводный транспорт).

Выводы

В этой связи, для развития отечественной автотранспортной отрасли было бы целесообразно ориентироваться на достижения мирового лидера автомобильных грузоперевозок – США, которые первоначально, еще в 50-е годы, сделали основной акцент на развитие автомобильной инфраструктуры, через строительство высококачественных автострад, что позволило им в дальнейшем производить и использовать крупнотоннажные грузовые автомобили, снижая тем самым себестоимость автогрузоперевозок. Кроме того, как было сказано выше, система государственного устройства этой страны соответствует нашей, что позволяет использовать их достижения, такие как государственные и частные исследовательские центры, в системе государственного регулирования автотранспортной отрасли России. В быстро меняющихся экономических условиях необходимо не только разрабатывать собственные новые механизмы управления автотранспортной отраслью, но и использовать лучшие достижения иностранного регулирования стран-лидеров в указанной области.

Библиографический список

1. Количество автомобилей в мире перевалило за миллиард. // За рулем. – 2011. - Режим доступа: http://www.zr.ru/content/news/350201-kolichestvo_avtomobilej_v_mire_perevalilo_za_milliard/
2. Количество автомобилей в мире. - Режим доступа: <http://total-rating.ru/689-kolichestvo-avtomobilej-v-mire.html>
3. Россия и страны мира. 2014.: Стат.сб. // Росстат. – М.: 2014. – 382 с.
4. Central Intelligence Agency [US] – Режим доступа: <https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/rankorder/2085rank.html>
5. Отчет о качестве жизни в городах России на сайте кафедры Прикладной социологии Финансового Университета при Правительстве РФ – Режим доступа: <http://www.fa.ru/chair/priksoc/Documents/Региональный отчет.pdf>
6. Максаковский, В.П. Общая экономическая и социальная география. Курс лекций. В двух частях. Часть 2 / В.П. Максаковский. – М.: Гуманитар. изд. центр. ВЛАДОС, 2009. – 525 с.
7. Остапец, О.Г. Государственное регулирование транспорта в зарубежных странах: современный опыт для России / О.Г. Остапец // Вестник Поволжской академии государственной службы им. П.А. Столыпина. – 2008. – № 3 (16). – С. 78-83.
8. Эйхлер, Л.В. Теоретическое осмысление интеграционных процессов на транспорте (на примере автомобильного транспорта) / Л.В. Эйхлер // Вестник Томского государственного университета. – Томск: ТГУ. – 2012. – № 365 – С. 125-132.
9. Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Развитие транспортной системы»: Постановление Правительства РФ от 15.04.2014 № 319.
10. Об автомобильных дорогах и о дорожной деятельности в Российской Федерации и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации: Федеральный закон Российской Федерации от 08.11.2007 № 257-ФЗ (в ред. от 13.07.2015).
11. О Федеральной целевой программе «Развитие транспортной системы России (2010 – 2020 годы)»: Постановление Правительства РФ от 05.12.2001 № 848 (в ред. от 18.06.2015).
12. Об утверждении Правил предоставления иных межбюджетных трансфертов из федерального бюджета бюджетам субъектов Российской Федерации на финансовое обеспечение дорожной деятельности в рамках подпрограммы «Дорожное хозяйство» государственной программы Российской Федерации «Развитие транспортной системы»: Постановление Правительства РФ от 28.01.2015 № 58.
13. О Транспортной стратегии Российской Федерации: Распоряжение Правительства РФ от 22.11.2008 № 1734-р (в ред. от 11.06.2014).
14. Об утверждении программы деятельности Государственной компании «Российские автомобильные дороги» на долгосрочный период (2010 – 2015 годы): Распоряжение Правительства РФ от 31.12.2009 № 2146-р (в ред. от 23.05.2014);

15. О федеральной целевой программе «Повышение безопасности дорожного движения в 2013 – 2020 годах»: Постановление Правительства РФ от 03.10.2013 № 864 (в ред. от 06.11.2014).

16. Об утверждении Транспортной стратегии Российской Федерации на период до 2020 года: Приказ Минтранса РФ от 12.05.2005 № 45.

17. Ренгольд, О.В., Перспективы развития автотранспортной отрасли в Российской Федерации / О.В. Ренгольд, Т.А. Попова // Фундаментальные и прикладные науки – основа современной инновационной системы [Электронный ресурс]: материалы международной научно-практической конференции. – Электрон. дан. – Омск: СибАДИ, 2015. – С.330 – 335 - Режим доступа: <http://bek.sibadi.org/fulltext/ESD1.pdf>

18. Черникова, А.Е. Актуализация принципов планирования деятельности предприятий в современных условиях / А.Е. Черникова // Проблемы развития современной экономики: сборник статей IV Международной научной – практической конференции. – Ставрополь: Логос. – 2014. – С. 118-120.

19. Ренгольд, О.В. Тенденции изменений инвестиционных вложений в транспортную отрасль Российской Федерации / О.В. Ренгольд, Е.Д. Семенова // Наука XXI века: опыт прошлого-взгляд в будущее [Электронный ресурс]: материалы Международной научно-практической конференции. – Электрон. дан. – Омск: СибАДИ, 2015. – С.319–323 - Режим доступа: <http://lib.sibadi.org/>

20. Данные аналитического агентства «Автостат» – Режим доступа: <http://www.autostat.ru/news/view/>

21. Транспортное обеспечение коммерческой деятельности: Т65 учеб. пособие / под ред. Г.Я. Резго. - М.: Финансы и статистика, 2009. - 128 с.

22. Ренгольд Е.Ю. Тенденции изменения структуры автотранспортных предприятий на рынке транспортных услуг / Е.Ю. Ренгольд, О.В. Ренгольд // Сборник научных трудов по материалам международной научно-практической конференции «Перспективные инновации в науке, образовании, производстве и транспорте 2011». Том 1. Транспорт. – Одесса: Черноморье, 2011. – С. 21-38.

THE DEVELOPMENT OF ROAD TRANSPORT: RUSSIAN AND FOREIGN EXPERIENCE

E.Y. Rengold

Abstract. The article is devoted to the study of the processes taking place in the trucking industry of Russia and developed countries of the world. It analyzes the statistical information in the field of road transport, considers the changes in Russian legislation in the sphere of transport, as well as analytical data on road transport, confirming the author's conclusions.

Keywords: road transport, transport industry.

References

1. The number of cars in the world exceeded one billion. Behind the wheel. 2011. Available at: http://www.zr.ru/content/news/350201-kolichestvo_avtomobilej_v_mire_perevalilo_za_milliard/

2. The number of cars in the world. Available at: <http://total-rating.ru/689-kolichestvo-avtomobiley-v-mire.html>
3. [Russia and countries of the world. 2014]. Stat.sat. Rosstat, Moscow, 2014. 382 p.
4. Central Intelligence Agency [US] Available at: <https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/rankorder/2085rank.html>
5. Report on the quality of life in the cities of Russia on the website of the Department of Applied sociology of the Financial University under the RF Government Available at: <http://www.fa.ru/chair/priksoc/Documents/Regional-report.pdf>
6. Maksakovsky V. P. [General economic and social geography. A course of lectures. In two parts]. Moscow, VLADOS, 2009. 525 p.
7. Ostapets O.G. Gosudarstvennoe regulirovanie transporta v zarubezhnyh stranah: sovremennyy opyt dlja Rossii [State regulation of transport in foreign countries: a contemporary experience for Russia]. *Vestnik Povolzhskoy akademii gosudarstvennoj sluzhby im. P.A. Stolypina*, 2008, no 3 (16). pp. 78-83).
8. Eichler L.V. Teoreticheskoe osmyslenie integracionnyh processov na transporte (na primere avtomobil'nogo transporta) [Theoretical understanding of integration processes on transport (for example road transport)]. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2012, no. 365 .pp. 125-132;
9. About approval of the state program of the Russian Federation "Development of transport system": regulation of the Government of the Russian Federation of 15.04.2014 No. 319.
10. About highways and about road activity in the Russian Federation and on amendments to certain legislative acts of the Russian Federation: Federal law of the Russian Federation dated 08.11.2007 № 257-FZ (as amended on 13.07.2015).
11. About the Federal target program "Development of transport system of Russia (2010 – 2020)": decree of the government of the RF 05.12.2001 no 848 (as amended on 18.06.2015).
12. About approval of rules of provision of other interbudget transfers from the Federal budget to budgets of subjects of the Russian Federation on financial provision of road activities within the subprogramme "Road economy" of the state program of the Russian Federation "Development of transport system": Regulation of the RF Government dated 28.01.2015 No. 58.
13. About Transport strategy of the Russian Federation: the Decree of the Government of the Russian Federation from 22.11.2008 № 1734-p (as amended on 11.06.2014).
14. On approval of the program of activity of the State company "Russian highways" in the long term (2010 – 2015): regulation of the Government of the Russian Federation from 31.12.2009 No. 2146-R (as amended on 23.05.2014).
15. About the Federal target program "Improving road safety in 2013 – 2020": the Decree of the Government of the Russian Federation dated 03.10.2013 No. 864 (as amended on 06.11.2014).
16. On approval of the Transport strategy of the Russian Federation for the period up to 2020: Order of the Ministry of transport of the Russian Federation ot.05.2005 No. 45.
17. Rengold O.V., Popova T.A. erspektivy razvitija avtotransportnoj otrasli v Rossijskoj Federacii [Prospects of development of road transport in the Russian Federation]. Omsk: SibADI, 2015. pp. 330 – 335 Available at: <http://bek.sibadi.org/fulltext/ESD1.pdf>.
18. Chernikova A.E. Aktualizacija principov planirovanija dejatel'nosti predpriyatij v sovremennyh uslovijah [The actualization of the principles of planning of activity of enterprises in modern conditions]. *Problemy razvitija sovremennoj jekonomiki: sbornik statej IV Mezhdunarodnoj nauchnoj – prakticheskoj konferencii*, Stavropol: Logo. 2014. pp. 118-120.
19. Rengol'd O.V., Semenova E.D. Tendencii izmenenij investicionnyh vložhenij v transportnuju otrasl' Rossijskoj Federacii [Tendencies of changes of investment investments in transport branch of the Russian Federation]. *Nauka XXI veka: opyt proshlogo-vzglyad v budushhee: materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii*. Omsk: SibADI, 2015. pp. 319–323 – Available at: <http://lib.sibadi.org/>
20. The data of the analytical Agency "AUTOSTAT" Available at: <http://www.autostat.ru/news/view/>.
21. *Transportnoe obespechenie kommercheskoj dejatel'nosti* [Transport support commercial activities: T proc. the manual] under the editorship of G. J. Rezgo. Moscow, Finansy i statistika, 2009. 128 p.
22. Rengol'd E.Ju. Rengol'd O.V. Tendencii izmenenija struktury avtotransportnyh predpriyatij na rynke transportnyh uslug [Tendencies of change of structure of the motor transportation enterprises in the market of transport services]. *Sbornik nauchnyh trudov po materialam mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii «Perspektivnye innovacii v nauke, obrazovanii, proizvodstve i transporte*, 2011, pp. 21-38.

Ренгольд Евгений Юрьевич (Россия, г. Омск) – аспирант ФГБОУ ВПО «СибАДИ» (644080, г. Омск, пр. Мира, 5, e-mail: R3250251@mail.ru).

Rengold Evgeny Yuryevich (Russian Federation, Omsk) – the graduate student of the Siberian State Automobile and Highway academy (SibADI) (644080, Omsk, Mira Ave., 5, e-mail: R3250251@mail.ru).

УДК 338. 47

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КАЧЕСТВА ЛОГИСТИЧЕСКИХ УСЛУГ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ СТРАТЕГИЧЕСКОГО ПОДХОДА В УПРАВЛЕНИИ

С.М. Хаирова¹, Е.П. Фомин², Б.Г. Хаиров³

¹ФГБОУ ВПО «СибАДИ», Россия, г. Омск;

²Самарский государственный экономический университет, Россия, г. Самара;

³ФГБОУ ВПО «Финансовый университет при Правительстве РФ, Омский филиал».

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы реализации стратегических подходов в управлении организациями с применением современных концепций качества и логистических технологий. Выявлено, что совершенствование качества логистических услуг возможно на основе формирования деловой стратегии и установления прочных организационных связей в цепях поставок для внедрения инновационных стратегий.

Ключевые слова: всеобщее управление качеством, логистические услуги, интеграционные процессы, стратегическое управление, инновации.

Введение

Качество логистических услуг зависит от успешного выполнения и координации специфических функций, относящихся к физическому распределению, обеспечению производства и снабжению; выбранной схемы интеграции логистических операций, выбранной модели управления запасами и информационными потоками, при этом основным фактором успешной интеграции является структура функционального цикла исполнения заказа. Организационная структура сама по себе еще не гарантирует интеграции логистики. В некоторых видах деятельности, которые отличаются наибольшей степенью интеграции, отсутствует формальная подотчетность одному руководителю. В то же время какие-то компании с формализованной системой субординации и подотчетности в логистике тоже добились прекрасных результатов. Организационные структуры логистики отличаются друг от друга в зависимости от конкретного предназначения, типа бизнеса и имеющихся человеческих ресурсов. Важно формирование "логистического мышления", чтобы все менеджеры в компании научились рассуждать и действовать, исходя из понятий интегрированных усилий и экономичности.

Таким образом, главной задачей экспедиторских и транспортных компаний становится организация и совершенствование стратегического управления на основе современных технологий логистики и всеобщего управления качеством. Основные положения логистики, характерные для фирм производителей и потребителей продукции (приоритет потребителя, высокий уровень сервиса, сокращение времени выполнения заказа и другое), в пол-

ной мере относятся и к предприятиям, задействованным в логистических системах.

Экономическое содержание логистических услуг

Развитие третичного сектора (потребление услуг) в экономике второй половины XX начала XXI века проявилось в следующем: сфера услуг, удовлетворяя потребности в разнообразных услугах, повышает качество жизни людей; сфера услуг создает новые рабочие места, увеличивая количество занятых в этом секторе; рост доли сферы услуг в структуре валового внутреннего продукта позволяет решать актуальные экономические и социальные проблемы развития страны.

Логика исследования такого явления как услуги приводит к выводу, что путь к более глубокому пониманию их сути лежит через анализ ее функциональных характеристик и особенностей. Логистические услуги – это широкий спектр операций, связанных с приобретением, хранением и перемещением товаров. Складская логистика – обработка, хранение и дистрибуция грузов. Транспортная логистика удовлетворяет потребности фирм, не имеющих собственного парка машин, в перемещении товаров. Таможенная логистика – это помощь в таможенной очистке и сертификации грузов. Современные компании давно переросли уровень 2PL (second party logistic), когда небольшие провайдеры транспортных и складских услуг предлагали клиентам простейшие операции – хранение и/или перевозку грузов. Современный уровень логистики – 3PL, схема, в которой логистическая компания выступает третьей стороной в сделке между поставщиком и покупателем и предоставляет полный комплекс сервисов по обработке грузов. Это: оптимизация логисти-

ческих затрат; сопровождение груза представителем компании; мониторинг перемещения груза; таможенная очистка и сертификация товаров; складская обработка и хранение грузов; консалтинговые и экспертные услуги.

Один из важных способов сократить издержки производства товаров – оптимизация материальных потоков. Это означает выбор маршрутов, наиболее эффективных с точки зрения тарифов и сроков, снижение таможенных и складских издержек.

Сотрудничество с логистическими компаниями позволяет экономить на содержании собственного подразделения логистики, гибко перестраивать политику поставок в зависимости от требований рынка. Такие компании создают собственную инфраструктуру, завязывают плотные деловые отношения с перевозчиками и административными службами и предоставляют клиентам весь механизм построения и оптимизации транспортных цепочек. Это дает очевидное преимущество – выигрыш по стоимости услуг и времени доставки грузов. При всем многообразии видов услуги обладают четырьмя основными и наиболее часто употребляемыми характеристиками (особенностями), которые в той или иной мере присущи им всем, и отличающие их от товаров неосязаемость, неотделимость от источника, несохраняемость, непостоянство качества [1,2,3,4,5].

Непостоянство качества. Услуги предоставляются людьми, поэтому не могут быть однородными по качеству. Имеют значение как объективные факторы (профессионализм персонала, совершенство технологий, современное оборудование и т.д.), так и субъективные (настроение сотрудника, оказывающего услугу, его умение понять потребности клиента, наладить с ним взаимоотношение, особенности клиента как индивидуума). Более того, практически все услуги персонализированы и индивидуализированы в соответствии с требованиями потребителей. П. Дойль [6], Т.Д. Бурменко [7], называют это свойство услуг «гетерогенностью» – высокая степень изменчивости качества и содержания услуг. Как отмечает В.Д. Грибов, успех предприятия, предоставляющего услуги, будет зависеть, прежде всего, от качества выполнения услуг и уровня обслуживания потребителей [8]. С учетом этих факторов и должна прорабатываться вся система компонентов организации и предоставления услуг.

Качество в сфере услуг – субъективный показатель. Трудно доказать несоответствие предоставленной услуги предъявляемым требованиям клиента. Определенной гаран-

тией может быть имя производителя. Поэтому в сфере услуг компании разрабатывают стандарты обслуживания. Работы по стандартизации повышают эффективность работы компании, создают единый, легко узнаваемый образ, с которым связывают организацию потребители. Стандарты обслуживания могут быть внутрифирменные, отраслевые, международные. Кроме того, традиционная система показателей не позволяет увязать оценку цели функционирования предприятия с оценкой степени достижения локальных целей функциональными подразделениями.

В работе Аванесовой Г.А. рассматривается эффективность работы предприятия услуг как «отношение результатов его деятельности к затратам, направленным на их качественное достижение. Это ресурсно-затратный подход к определению эффективности» [9]. Автором также выделяется целеориентированный подход, позволяющий сопоставить, насколько выполнены цели, поставленные первоначально. При этом оба подхода дополняют друг друга.

По нашему мнению, в систему показателей оценки эффективности должны включаться две группы показателей [10]: стратегические, определяющие степень достижения поставленных перед предприятием целей, определяющих стратегию достижения совершенства в условиях конкуренции; диагностические, по которым можно судить, находится ли предприятие в нужном русле и по которым можно определить, необходимо ли оперативное принятие мер для изменения ситуации.

Одновременно необходимо учитывать также внешние и внутренние факторы, которые влияют на результат, но при расчете экономической эффективности не принимаются во внимание. В таком аспекте эффективность предприятия сферы услуг должна рассматриваться в рамках перспективного, текущего, оперативного анализа, на базе которого оценивается достигнутый результат, а также выявляются факторы его измерения, неиспользованные возможности и резервы его повышения. Анализ предложенных отечественными и зарубежными учеными определений эффективности деятельности предприятий дает возможность определить эффективность предприятий сервиса как свойство, связанное со способностью предприятия в рамках нормативной системы ценностей формулировать и достигать цели в соответствии с предъявляемыми потребностями в виде результатов, соотношенных с затратами, путем использования соответствующих

средств и с учетом факторов-условий его функционирования. Предлагаемое определение подходит для всех форм и видов хозяйствующих субъектов. Предприятие, обладающее описанными способностями, имеет высокую степень эффективности и способно добиваться стратегического успеха в современных условиях глобальной экономики. Современные условия хозяйствования характеризуются интенсивной реструктуризацией организаций сферы сервиса, связанной с уменьшением численности, изменением

внутренней структуры, с совмещением различных функций. В такой организационной перестройке появляется потребность в четкой систематизации действий, к поиску новых подходов к управлению переход на процессно-ориентированное управление.

Это утверждение основывается на исследовании понятия «услуга», когда было установлено, что большинство отечественных и зарубежных ученых рассматривают услугу как процесс (табл. 1).

Таблица 1 – Систематизация определения услуги, как процесса

Формулировка определения «услуга»	Автор
Услуга это действие или процесс, предлагаемый одной стороной другой	К. Лавлок
Услуга как вид деятельности находится в неразрывной связи с процессом оказания или выполнения этой услуги	Л. А. Сосунова
Услуга имеет процессный характер и осуществляется как полезная трудовая деятельность, определяемая потребностью; создает новые потребительские стоимости на основе спроса и предложения между производителем и потребителем услуг	Е. А. Попов
Услуга – это согласованный процесс взаимодействия двух или более субъектов рынка, когда одни субъекты воздействуют на другие в целях создания, расширения или воспроизводства возможностей последних в получении фундаментальной пользы	А. П. Челенков
Услуга – специфический товар, представляющий собой последовательность процессов взаимодействия системы производителя и системы потребителя в удовлетворении фундаментальной пользы, существующей и имеющей потребительскую стоимость только при неразрывной связи этих систем	В. М. Семенов, О. Е. Васильева

Обобщение предложенных интерпретаций к определению «услуга» позволило выявить ее общую основу с процессом и уточнить в привязке к услугам определение: «процесс - это поток регулируемых и контролируемых работ, идущих через подразделения организации, направленный на получение запланированного результата (продукта процесса) и эффективно использующий ресурсы организации для удовлетворения запросов клиентов».

Комплекс услуг – это поток процессов взаимосвязанных, взаимодействующих, регулируемых и контролируемых руководителем процесса, образующих систему, направленную на получение запланированного результата и эффективно использующий выделенные ресурсы для удовлетворения запросов клиентов организации. Следовательно, выделение процессов в сфере сервиса, основанное на процессном подходе к управлению комплексом услуг тесно связано и с системным подходом. Процессный подход нацелен на исследование не просто отдельных процессов управления, а механизма обоснования их позиционирования в управлении организации, включающего взаимосвязи, взаимо-

зависимости и обеспечивающего комплексное влияние процессов на эффективность управления организацией в соответствии с рыночными условиями и запросами потребителей услуг.

Сложившаяся экономическая ситуация подводит к иному пониманию системы управления организациями сервиса - как процессно-ориентированному управлению. По нашему мнению, при формировании процессно-ориентированного механизма управления, следует отталкиваться от, предложенной схемы, разработанной Сосуновой Л.А., трактующей любую систему как потоки: входящие, промежуточные (внутренние) и исходящие материальные (товарно-материальные), сервисные, финансовые и информационные потоки. С технологической точки зрения, формализующие их процессы, будут потоковыми. Особенностью потоковых процессов организаций сервиса является преобразование (трансформация) материальных потоков в сервисные (потоки услуг) [11].

Отличительной чертой работы организаций в новых условиях конкуренции на рынке услуг логистики становится разработка политики комплексного решения логистических и

сопряженных с ними проблем на ином, качественно высоком уровне. Значение логистических услуг в народном хозяйстве Российской Федерации определяется геополитическим, территориальным, социальным и экономическим факторами. Современный этап развития организаций, оказывающих логистические услуги, характеризуется рядом позитивных изменений, главным из которых следует считать последовательное стремление улучшить свои производственно-экономические показатели и, прежде всего, конкурентоспособность за счет реформирования систем организации и управления. Улучшение менеджмента, развитие маркетинговой деятельности, повышение качества сервиса, улучшение условий труда, подготовка и переподготовка кадров позволят совершенствовать регулирование их деятельности.

Логистический подход в выборе стратегий совершенствования качества услуг

Формирование деловой стратегии предполагает обеспечение ее соответствия конкурентной ситуации и потенциалу предприятия и может происходить путем подбора того или иного вида при возникновении реальной ситуации. Альтернативные стратегии изменений отличаются друг от друга. Реализация деловой стратегии обычно предполагает осуществление различных нововведений, которые носят противоречивый характер, что обуславливает необходимость своевременного выявления и устранения причин противодействия на каждой стадии инновационных процессов, поэтому важно разрабатывать адекватные механизмы и методы управления этими процессами, минимизировать риски в случае неправильного выбора управляющих воздействий, обеспечивая полномасштабное внедрение нововведений.

Вместе с тем, утвердившиеся на практике подходы и методы принятия стратегических решений не позволяют удовлетворительно решать проблемы повышения конкурентоспособности предприятий, не учитывают должным образом особенности их деятельности в современных условиях, что нередко приводит к стратегическим просчетам и негативно сказывается на результатах предпринимательской деятельности.

Качество логистических услуг обусловлено формированием и движением экономических потоков – материальных, финансовых, информационных. Направление траектории экономических потоков целесообразно выбирать, опираясь на подходы концепции всеобщего управления качеством: участие персонала во всех подразделениях и на всех уров-

нях организационной структуры на достижение как долгосрочного успеха путем удовлетворения требований потребителя, так и получения выгоды для членов организации и общества. TQM ориентируется на следующие цели: организация и удовлетворение текущих и потенциальных запросов потребителей; возведение качества в ранг цели предпринимательства; оптимальное использование всех ресурсов организации. Важнейшим принципом TQM, сформированным в рамках фундаментального преобразования корпоративной культуры, является активное, сознательное, творческое участие всего персонала организации в улучшении качества. Необходимыми принципами становятся в рамках концепции всеобщего управления качеством – целенаправленности и системности. Имеет особое значение в TQM принцип комплексности, поскольку на современном этапе развития экономики, решить проблему обеспечения качества можно, уделяя внимание всем аспектам, от которых оно зависит. Принцип непрерывности управления качеством позволяет организации на базе непрерывного совершенствования укреплять свои позиции в конкурентной борьбе. Меняется философия качества: от решения проблем улучшения качества услуг перейти к совершенствованию качества самой организации. В этом-то и заключаются основные перспективы внедрения концепции всеобщего управления качеством, что порождает определенные трудности для осуществления этих перемен в короткий срок.

Трудность состоит и в жесткой конкурентной борьбе за право лидерства, так как в современном экономическом пространстве цель уже состоит не в подтверждении качества продукции сертификатом соответствия на продукцию или сертификатом соответствия на систему, а необходимо соответствовать премии качества, которая подтверждает общественное признание организации. Наиболее известные премии за достижение успехов в области качества являются премия Деминга, премия Болдриджа, а в нашей стране – премия Правительства РФ в области качества. Большинство российских организаций сегодня активно внедряют стандарты ИСО 9000, и это объективный процесс, в становлении конкурентоспособных организаций. Однако, основное отличие стандартов ИСО 9000 от концепции TQM состоит в том, что стандарты ИСО направлены на снижение вероятности сделать что-либо неверно, в то время как TQM является вершиной современных методов управления качеством и ориентирована на дальнейшее повышение

качества услуг, когда уже достигнут некоторый уровень качества.

Многие идеи известных ученых в области качества вышли за ее пределы и значительно повлияли на современную теорию и практику общего менеджмента и бизнеса [7,9,12,13,14]. Вывод очевиден, нельзя внедрять современные концепции качества типа TQM в организациях для этого неподготовленных, т.е. с неадаптивной структурой и устаревшими принципами деятельности, которые не смогли или не захотели внедрить логистический подход в управлении. В решении проблем качества должны участвовать все сотрудники организации, а усилия лишь отдельных работников, выделенных в службу качества, никогда не смогут обеспечить удовлетворяющий конечных пользователей уровень качества. В рамках устаревших структур, на наш взгляд, это сделать будет невозможно.

Таким образом, развитие рыночных механизмов саморегулирования организаций в регионе, основанных на требовании целесобразности внедрения концепции TQM, достигается путем трансформации жестких функциональных и не рыночных связей между подразделениями и службами предприятия на рыночные связи между самостоятельными субъектами процесса и внедрение современных логистических технологий [15]. Последовательное развитие рыночных механизмов саморегулирования организации на рыночных принципах осуществляется по следующей схеме: развитие услуг → распространение аутсорсинга и инсорсинга → формирование территориальных кластеров → организация сетевых структур.

О необходимости установления прочных организационных связей в логистической цепи для повышения ее общей конкурентоспособности указывают известные специалисты в области логистики Д.Бауэрсокс и Д. Клосс [16], считая, что сотрудничество ведет к сокращению риска и значительному росту эффективности всего логистического процесса, предотвращает непроизводительные затраты и дублирование действий. Действительно, реализация участниками канала научно-обоснованных принципов формирования стабильных партнерских отношений, маркетинга взаимодействия и интегрированной логистики позволяет получать все преимущества от долговременного сотрудничества, гибко и оперативно решать все возникающие проблемы, осуществлять совместные действия по качеству обслуживания и уровня удовлетворенности потребителей.

Взаимодействие в цепях поставок на основе базовой и инновационной логистик совершенствуют наряду с технологическими и управленческие методы работы с поставщиками и клиентами. П. Друкер [17], и другие ученые важную роль отводят компетенциям руководителей для успешного руководства инновационными компаниями, в том числе лидерству в логистике для реализации современной логистической концепции. Концепция непрерывного улучшения «Кайдзен» [9], как ключевой принцип управления сформировалась в 1990-х годах, содержание которой заключается в постоянном поддержании и совершенствовании системы путем внедрения небольших, но систематических улучшений. Логистический инструментарий при реорганизации бизнес-процессов также требует постоянных систематических улучшений и совершенствований в привязке к окружающей среде субъекта. Субъект хозяйствования в интегрированной экономике требует системы улучшений в управлении бизнес-процессами, проектами, поскольку субъекты хозяйствования выходят за пределы самих себя и интегрируют свои бизнес-процессы с бизнес-процессами других субъектов хозяйствования. Для постоянных улучшений чрезвычайно важно знать перспективы развития потребительских предпочтений, научно-технических и рыночных возможностей. Субъекту хозяйствования необходимо иметь стратегию управления, поддерживаемую руководителем, обладающим компетенциями инновационного лидера, и обладать инструментами управления, опирающимися на организационную среду субъекта хозяйствования, способствующую генерации и внедрению инноваций. Только в этом случае субъект хозяйствования способен генерировать, адаптировать и применять инструменты, методы и способы управления материальными потоками и созданием добавленной стоимости в цепях поставок товаров [18].

Разграничение полномочий и их перераспределение между федеральным центром и регионами обусловило формирование новых экономических и социальных взаимоотношений. Органы региональной власти наделяются наряду с имеющимися полномочиями повышенной ответственностью за гармоничное развитие подчиненных им территорий. Большая часть ресурсов потребуется для инвестиционных проектов, направленных на модернизацию региональной инфраструктуры, что связано не только в этой связи особое значение приобретают положения статьи 7 ФЗ от 13.07. 2015 № 224-ФЗ «О государст-

венно-частном партнерстве, муниципально-частном партнерстве в Российской Федерации и внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации», которые к объектам соглашения о государственно-частном партнерстве относят предприятия, инфраструктурно-обеспечивающие реализацию логистических услуг: транспорт общего пользования; объекты железнодорожного транспорта; морские порты, речные порты, специализированные порты, объекты их инфраструктур, в том числе искусственные земельные участки, портовые гидротехнические сооружения и т.д.; морские и речные суда; и т.д. Таким образом, законодательно подтверждается необходимость объединения ресурсов, распределения рисков между публичным партнером (государством) и частным бизнесом в привлечении инвестиций в экономику и повышения качества товаров, работ, услуг, организация обеспечения которыми потребителей относится к вопросам ведения органов государственной власти. Однако, наряду с этим, желательно достигать соглашений и между государственными, частными и общественными интересами в реализации стратегий различных бизнес-идей. Так, при сотрудничестве предпринимательских и властных структур в логистической сети лесопромышленного комплекса на принципах конкуренции возникают базовые логистические потоки, а при паритетном партнерстве в логистической системе – инновационные потоки, которые при многостороннем партнерстве определяют необходимость соответствующей структуры управления. Создание логистической системы сотрудничества представляется как выбор лучшего варианта из имеющихся альтернатив и выстраивание цепи поставок из участников рынка лесопромышленного комплекса [19].

Стратегическая эффективность партнерства, на наш взгляд, может быть определена с помощью критерия информационной коммуникативности, характеризующего наличие систематизированных и устойчивых взаимосвязей с учетом реального участия каждого участника интегрированной логистической системы. Специфика применения современных логистических технологий типа «Lean production» в инновационных коммуникациях сотрудничества участников партнерства определяется двойной природой оказания услуг: наличие не только деятельности (услуги), но и обслуживания позволит упорядочить эти отношения и поднять их на новый качественный уровень сотрудничества [20].

Так, например, выбор модели реализации проектов создания объектов региональной инфраструктуры, к которым могут быть отнесены международные транспортно-логистические центры, в форме государственно-частного партнерства в полной мере отвечает требованиям Концепции реформирования бюджетного процесса в Российской Федерации. Появляется возможность включения проектов по развитию объектов инфраструктуры в региональные целевые программы, а значит и в бюджетную систему региона, что позволит осуществлять эффективное управление. Концепция «управления результатами» предусматривает формирование требований к региональному бюджету, исходя из конкретных целей и планируемых результатов государственной (региональной) политики. Бюджетные ассигнования имеют четкую привязку к функциям (видам деятельности, услугам), что как нельзя более четко стыкуется с тем, что закладывается в проект создания региональной логистической транспортно-распределительной системы [21].

Универсальные логистические компании в состоянии взять на себя обязательства обеспечить не только логистический сервис, но и весь комплекс по обращению товарной продукции – закупку товаров, перевозку, хранение, страхование грузов, их сортировку и комплектование, информационное обслуживание, размещение заказов на производство и т. д. Создание цивилизованной логистической системы организаций логистического сервиса невозможно на платформе традиционных систем управления. Выстраивая иерархию по вертикали, руководители не регулируют в рамках традиционных организационных структур взаимодействие между отделами и службами по горизонтали для достижения поставленных стратегических целей.

Наблюдается тенденция преобразования системы деловых связей производителей, поставщиков и потребителей во взаимосвязанную систему гибких альянсов или сетей. Альянсы способствуют снижению затрат на взаимодействие компаний между собой и с конечным потребителем. Современные технологии на основе интернета приведут к глобальной реструктуризации логистических сетей.

Таким образом, понятие интеграции – шире, чем физическая состыковка внутренней и внешней коммерческой деятельности компаний. Интеграция в смысле соединения и объединения элементов в систему, с целью достижения оптимального на определенном момент времени состояния системы, – это связка воедино новых или ранее разделенных

процессов и структур. Так, выбор стратегии организации транспортировки должен соответствовать выбранной концепции управления запасами на предприятии - потребителе.

К настоящему времени сформировались три концепции управления запасами. Концепция максимизации запасов ставит целью – повышение эффективности производства, обеспечение обслуживания потребителей, страхование сбоя поставок, защита от повышения закупочных цен, экономия на оптовых скидках, экономия на транспортировке, что определяет положительное отношение к запасам.

Концепция оптимизации запасов заключается в признании целесообразности содержания запаса, но в оптимальном (чаще всего по критерию минимума совокупных затрат на создание и содержание запасов) размере. Концепция минимизации запасов абсолютизировала негативные последствия высокого уровня запасов: низкое качество, неспособность производить продукцию мелкими партиями, неумение правильно планировать, неумение правильно приобретать нужный товар, сбой в производстве, сбой в поставках продукции.

Усиление конкуренции на рынке транспортно-логистического сервиса и потребность повышения качества обслуживания клиентов требует от участников интеграционной цепи поставок согласованных стратегий транспортировки продукции и концепций управления запасами. Таким образом, повышаются требования к логистическим услугам предпринимательских структур: выбор вида транспорта доставки, длину и выбор маршрутов при транспортировке на дальние расстояния большими партиями грузов для организаций потребителей, применяющих в своей деятельности концепцию максимизации запасов и кардинально противоположное – транспортировка малыми партиями часто на небольшие расстояния при выборе концепции минимизации запасов.

Различные исследования показали, что образцовая компания сферы услуг характеризуется наличием системы стратегического планирования, стремлением руководства к повышению качества сервиса, высокими стандартами обслуживания, системой контроля над предоставлением услуг, системой удовлетворения жалоб потребителей. Особое

внимание уделяется в ней персоналу и удовлетворенности клиентов [22,23].

В современной экономике возрастает роль инноваций в совершенствовании и трансформации бизнес-процессов предприятия, в том числе логистических. Инновационные стратегии субъектов хозяйствования предполагают дальнейшее развитие логистического инструментария, направленного на создание в цепях поставок добавленной стоимости для потребителя и получения конкурентных преимуществ на рынке.

Перспективы развития сферы сервиса, как основы рыночной трансформации, находятся в диапазоне: от ординарного обеспечения сохранности организаций сервиса до успешного и эффективного функционирования; зависят от выработки стратегии обеспечения организационно-экономической надежности и устойчивости системы комплексного управления в целях повышения качества, предоставляемых услуг.

Рассмотрим механизм формирования процессной модели управления комплексом услуг организаций сферы сервиса, где выделены этапы, детализирующие комплекс работ, необходимых для успешной реализации процессной модели в практику совершенствования механизма управления услугами в организациях сферы сервиса (рис. 1).

Остановимся подробнее на этапах системы:

Этап 1 моделирование процессов. Цель: идентификация и создание модели процессов для систематизации комплекса услуг, предоставляемых организацией.

При моделировании деятельности организаций сферы сервиса как системы потоковых процессов, необходимо выделить те виды деятельности, которые: во-первых, результат деятельности представляет ценность для клиента; во-вторых, эта деятельность целесообразна с точки зрения затрат на ее осуществление.

При создании механизма выделения процессов отталкивались от определений российских ученых: Каменовой М., Громова А., Феропонтова М., Шматалюка А., которые детализируют структуру процессов, указывая, что «процесс включает одну и более связанных между собой процедур или функций, которые совместно реализуют некоторую задачу бизнеса».

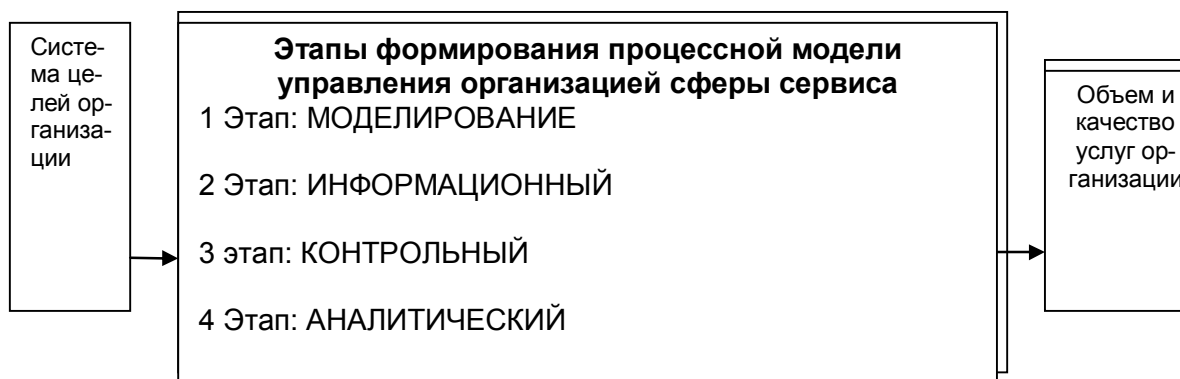


Рис. 1. Схема механизма формирования системы управления комплексом услуг (СУКУ) в организации на основе процессного подхода

Следовательно, начинать моделирование процессов необходимо с предварительного проведения функционально-стоимостного анализа (ФСА) [10].

Базовой целью, играющей организующую и интегрирующую роль, является эффектив-

ное управление процессами оказания логистических услуг организациями и учреждениями. В целом содержание первого этапа представлено на рисунке 2.

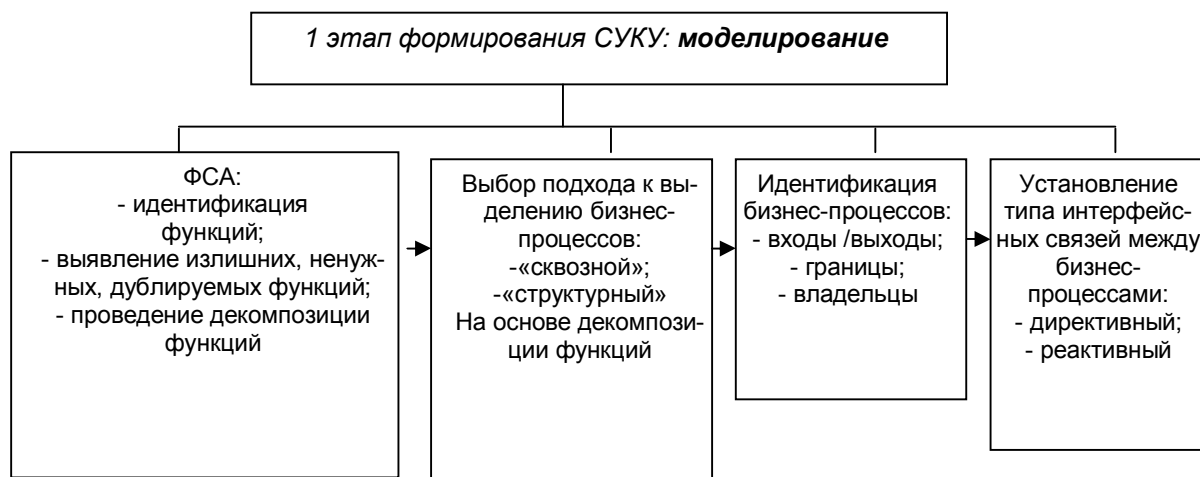


Рис. 2. Содержание первого этапа формирования СУКУ в сфере сервиса

Этап 2 информационный. Цель: привязка смоделированных процессов к циклу управления и к информационной системе. Центральное место в формировании информационной базы, занимает механизм управления затратами, поскольку необоснованный рост стоимости услуг предприятий сервиса, является существенной проблемой этой сферы. Поэтому считаем необходимым применить процессный подход и к управлению затратами, который также строится на основе ФСА. В результате любой процесс возможно идентифицировать через носители затрат, места возникновения затрат и сами затраты.

Этап 3 контрольный. Цель: выполнение оперативного контроля над процессом, отслеживание его исполнения. Эффективное

управление невозможно без оперативного контроля, реализация которого выстраивается в режиме системы бюджетирования. Контроль осуществляется в течение всего бюджетного периода, как правило, в течение квартала ежемесячным подведением промежуточных итогов. Для оперативного принятия управленческих решений руководители процессов осуществляют ежедневный мониторинг собственных бюджетных показателей. Нарастание проблем и внутренних протоколов является сигналом для совершенствования процессов, а это завершающий этап системы управления процессами.

Этап 4 аналитический. Цель: оценка осуществления процесса для его оптимизации по результатам мониторинга. Основные

шаги сравнительной оценки процессов в рамках сценарного подхода:

Шаг 1. Первичный ретроспективный анализ для выделения проблем прохождения процесса (итоги 3 этапа) и для диагностики глубины проблем, их последствий.

Шаг 2. Трендовый анализ для позиционирования текущей ситуации состояния процесса и выбор реального будущего его положения с учетом закономерности в развитии процессов.

Шаг 3. Матричный анализ начинается с выбора и оценки ключевых показателей по критериям: производственно-экономические показатели (наличие - K1, состояние - K2 и использование ресурсов - K3) процесса; показатели рыночного положения услуг процессов (степень удовлетворенности запросов клиента - K4); показатели, характеризующие надежность и безопасность (рентабельность - K5 и риски процесса - K6).

Границы зон благоприятного, переходного и кризисного состояния устанавливаются посредством статистического анализа.

Шаг 4. Рейтинговый анализ, основанный на балльной оценке результатов с выделением: благоприятного (балл -3), переходного (балл - 2) и кризисного (балл -1) состояний.

Ранжирование по возрастанию полученных баллов позволит систематизировать проблемы и выделить кризисные периоды их возникновения.

Шаг 5. Сценарный анализ, в рамках которого по результатам рейтинговой оценки дается заключение по ключевым группам показателей о возможности направлений дальнейших действий развития процесса.

Шаг 6. Прогнозный анализ для расчета ожидаемого эффекта, составления плана, т.е. целенаправленного проведения совершенствования процесса, повышения эффективности деятельности организации сервиса.

Достоинства предложенной процессной модели формирования системы управления услугами организаций сервиса (выполнение 4-х этапов) в том, что она повышает эффективность управления организацией, что практически проявляется (рис. 3): в возможности определения направлений движения ресурсов в организации; в концентрации ресурсов в тех процессах, которые обладают большей эффективностью, устойчивостью и конкурентоспособностью; в избирательном подходе к инвестированию в процессы, занимающие промежуточные позиции; в изъятии ресурсов из сфер деятельности, не обладающих привлекательностью.

Учитывая, что СУКУ является непрерывным механизмом, требуется диагностика эффективности его протекания.

В итоге исследований можно заключить, что процессный подход позволит обосновывать альтернативные варианты принятия руководством решений, способствующих поддержанию устойчивости организации на рынке логистических услуг. За годы реформ ухудшилась обеспеченность предприятий сервиса специалистами; отмечается неудовлетворительное состояние научно-исследовательской и экспериментальной базы; очевиден низкий уровень инновационной активности на предприятиях; механизмы продвижения перспективных разработок неэффективны. Поэтому, инновационный процесс нельзя рассматривать как следствие более или менее случайных предпринимательских идей, а он требует стратегического планирования и ориентированного на рынок управления; одним из путей решения данной задачи является управление инновационной деятельностью на основе новых, адекватных времени методов, инструментов и рычагов, предлагаемых в рамках экономической синергетики, в том числе на основе логистического инструментария.

Моделирование изменений экономических систем с использованием синергетического подхода и инструментов инновационной логистики позволит учесть следующие их особенности: нелинейность изменения экономических систем; способность экономической системы к качественному скачку; многовариантность, альтернативность развития систем; высочайший уровень неопределенности в развитии [20]. Компании в целях своего среднесрочного и долгосрочного развития стоит фокусировать действия на достижение запланированных результатов, что может проходить через призму проектного управления – искусства планирования и координации действий по продвижению и реализации разработанного проекта в условиях ограниченности ресурсов и времени, направленного на решение определенных задач развития компании. Они могут формировать инвестиционные направления в любой своей деятельности: производственной, экологической, финансовой, информационной, логистической, культурно-социальной, организационно-управленческой, маркетинговой и т.д. Реализация инвестиционных направлений должна способствовать решению стратегических задач компании и, как следствие, наращиванию конкурентных преимуществ.

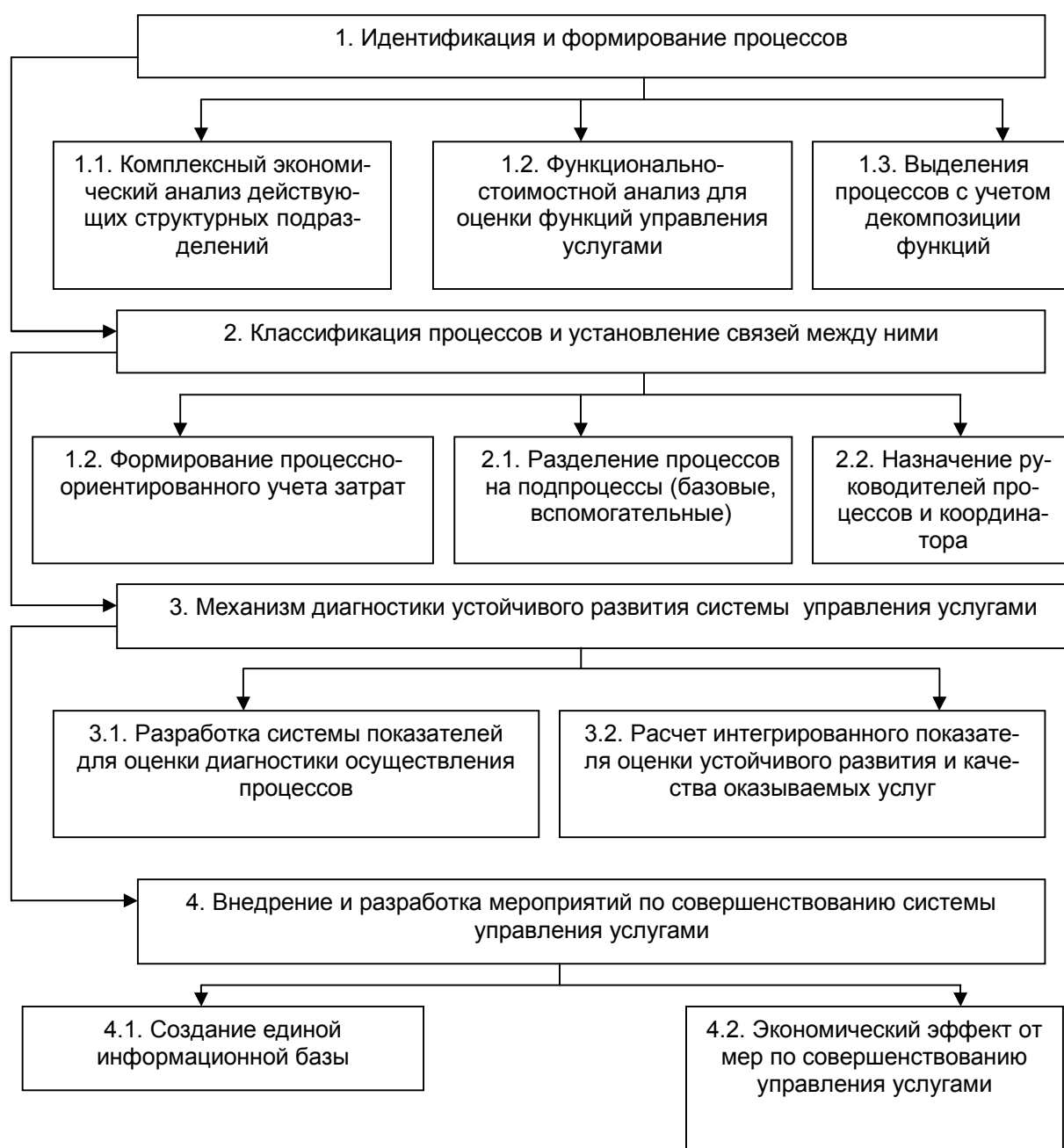


Рис. 3. Алгоритм перехода организации сферы сервиса на эффективную систему управления логистическими услугами с использованием процессного подхода

Заключение

Фундаментом любой системы управления, обеспечивающей основу принятия решений, таким образом, является стратегическое планирование. Автоматизация управления, участие в проектах на основе государственно-частного партнерства позволят повысить качество логистических услуг в регионе. Изменение стратегии поведения пассажирских транспортных компаний, ориентированной на снижение издержек при использовании современных способов организации транспортной деятельности, предопределено соответ-

ствующими условиями развития экономики, одним из которых является применение принципов логистики в процессе функционирования системы управления пассажирскими перевозками. Функционирование транспортных, промышленных предприятий, различных объединений в современных экономических условиях в направлении вектора инновационного типа развития экономики предопределяет новые требования к организации транспортной деятельности, рационализации движения пассажиропотоков, оптимизации бизнес-процессов, формированию сетевой ин-

фраструктуры логистического комплекса региона, интеграции технологий управления предоставлением логистических услуг с целью повышения экономической эффективности использования транспортных средств и уровня логистического сервиса.

Принципы организации и управления, основанные на концептуальных подходах логистики, все в большей степени и с успехом применяются в практической деятельности эффективно функционирующих предприятий, в том числе транспортных компаний, промышленных предприятий, различных фирм и объединений. Нахождение внутренних резервов для снижения транспортно-логистических затрат в процессе управления пассажирскими перевозками и, соответственно, их реализация по приемлемым тарифам, являются приоритетными задачами российской экономики, так как это отражается на качестве транспортного обслуживания, мобильности населения и способствует улучшению условий его жизни. Решение данных задач может быть осуществлено посредством разработки и реализации эффективных механизмов и средств, направленных на совершенствование процесса функционирования логистической системы управления пассажирскими перевозками за счет оптимизации внутренних и внешних резервов, обеспечивающих эффективное осуществление деятельности пассажирскими транспортными компаниями, применения логистических технологий и внедрения инноваций в систему управления пассажирскими перевозками. Развитие механизма организационно-экономического обеспечения процесса функционирования логистической системы управления перевозками, основанные на использовании программно-целевого и структурно-функционального методов предполагают разработку комплекса последовательных действий и определения средств воздействия механизма на процесс функционирования логистической системы управления, что позволит обеспечить повышение качества логистического обслуживания в соответствии с корпоративными стандартами логистического сервиса.

Библиографический список

1. Ассель, Г. Маркетинг: принципы и стратегия / Г. Ассель. – М.: ИНФРА-М, 2001 – 548 с.
2. Гембл П., Стоун М., Вудкок Н. Маркетинг взаимоотношений с потребителями - пер. с англ. В.Егорова. – М.: ФАИР-ПРЕСС, 2002. – 512 с.
3. Джоббер, Д. Принципы и практика маркетинга / Д. Джоббер. – М.: 2000. – 368 с.
4. Имаи М. Кайдзен. — М.: Альпина Бизнес Букс, 2004. – 274 с.
5. Хаирова, С.М. Маркетинговое и логистическое обеспечение услуг транспортно-экспедиционных организаций региона / С.М. Хаирова // Вестник СибАДИ. – 2012. – №24. – С. 136-140.
6. Дойль, П. Маркетинг-менеджмент и стратегии / П. Дойль. – СПб.: Питер, 2002. – 544 с.
7. Бурменко, Т.Д. Сфера услуг: менеджмент / Т.Д. Бурменко. – М.: КНОРУС, 2007. – 416 с.
8. Грибов, В.Д. Экономика предприятия сервиса / В.Д. Грибов, А.Л. Леонов. – М.: КНОРУС, 2006. – 280 с.
9. Аванесова, Г.А. Сервисная деятельность: Историческая и современная практика, предпринимательство, менеджмент / Г.А. Аванесова– М.: Аспект Пресс, 2006. – 320 с.
10. Хаирова С.М. Процессно-ориентированное управление Гребенюк жилищно-коммунальными услугами / С.М. Хаирова, Д.С. Гребенюк // Вестник Самарского экономического университета. Самара: Изд-во СГЭУ. – 2011. – №4(78). – С. 42-48.
11. Сосунова, Л.А. Сила услуг. Влияние услуг на экономику / Л. Сосунова, Д. Чернова // Рос.предпринимательство. – 2003. – №3. – С.33-37.
12. Андерсон, К., Керр К. Менеджмент, ориентированный на потребителя: пер. с англ. А. Успенского. – М.:ФАИР-ПРЕСС, 2003. – 288 с.
13. Ансофф, И. Новая корпоративная стратегия / И. Ансофф. – СПб.: Питер Ком, 1999. – 416 с.
14. Хаксвер, К. Управление и организация в сфере услуг / К. Хаксвер, Б. Рендер, Р. Рассел, Р. Мердик. – СПб.: Питер, 2002. – 752 с.
15. Хаирова, С.М. Концепция логистики в глобальной экономике / С.М. Хаирова // Изв. Самар. науч. центра Рос. акад. наук. Президиум СНЦ РАН. Спец. вып. "Актуальные проблемы экономики и права". – Самара: Изд-во Самар. науч. центра РАН. 2005. – Май. – С. 15-20.
16. Бауэрсокс Доналд Дж., Клосс Дейвид Дж. Логистика: Интегрированная цепь поставок. 2-е изд. М.: ЗАО Олимп-Бизнес, 2008 г. – 640 с.
17. Друкер Питер Ф. Задачи менеджмента в XXI веке. Пер. с англ.: – М.: Издательский дом «Вильямс», 2004. – 272 с.
18. Котлер, Ф. Маркетинг – менеджмент. – СПб.: ПитерКом, 1998. – 896 с.
19. Хаиров, Б.Г. Выбор и развитие адаптивной структуры управления логистическими инновационными потоками в едином пространстве кластера лесопромышленного комплекса / Б.Г. Хаиров // Вестник Саратовского государственного технического университета. – 2014. – № 1 (74). – С. 214-217.
20. Хаирова, С.М. Выбор концепций логистики транспортными системами России при формировании опорных сетей и интеграции услуг / С.М. Хаирова // Вестник Саратовского государственного технического университета. – 2014. – Т. 1. №1 (74). – С. 217-222.
21. Прокофьева, Т.А. Формат государственно-частного партнерства, как метод реализации инве-

стиционных проектов создания транспортно-логистических центров / Т.А. Прокофьева, В.И. Сергеев // Логистика и управление цепями поставок. – 2010. – № 1. – С. 7-24.

22. Teece D.J. Dynamic capabilities and strategic management. Oxford University Press, 2009. – 299 p.

23. Аакер, Д. Стратегическое рыночное управление (7-ое изд.). – СПб.: Питер, 2007. – 496 с.

IMPROVEMENT OF QUALITY OF LOGISTIC SERVICES AT REALIZATION OF STRATEGIC APPROACH IN MANAGEMENT

C.M. Hairova, E.P. Fomin, B.G. Hairov

Abstract. In article questions of realization of strategic approaches in management of the organizations with application of modern concepts of quality and logistic technologies are considered. It is revealed that improvement of quality of logistic services possibly on the basis of formation of business strategy and establishment of strong organizational communications in chains of deliveries for introduction of innovative strategy.

Keywords: general quality management, logistic services, integration processes, strategic management, innovations.

References

1. Assel' G. *Marketing: principy i strategija* [Marketing: principles and strategy]. Moscow, INFRA-M, 2001. 548 p.

2. Gembl P. Stoun M. Vudkok N. *Marketing vzaimootnoshenij s potrebiteljami* [Marketing of relationship with consumers]. Moscow, FAIR-PRESS, 2002. 512 p.

3. Dzhobber D. *Principy i praktika marketinga* [Principles and practice of marketing]. Moscow, 2000. 368 p.

4. Imai M. *Kajdzen* [Kaydzen]. Moscow, Al'pina Biznes Buks, 2004. 274 p.

5. Hairova S.M. Marketingovoe i logisti-cheskoe obespechenie uslug transportno-jekspedicionnyh organizacij regiona [Marketing and logistic ensuring services of the forwarding organizations of the region]. *Vestnik SibADI*, 2012, no 24. S. pp. 136-140.

6. Dojl' P. *Marketing-menedzhment i strategii* [Marketing management and strategy]. St. Petersburg, Piter, 2002. 544 p.

7. Burmenko T.D. *Sfera uslug: menedzhment* [Services sector: management]. Moscow, KNORUS, 2007. 416 p.

8. Gribov V.D., Leonov A.L. *Jekonomika predpriyatija servisa* [Ekonmik of the enterprise of service]. Moscow, KNORUS, 2006. 280 p.

9. Avanesova G.A. *Servisnaja dejatel'nost': Istoricheskaja i sovremennaja praktika, predprinimatel'stvo, menedzhment* [Service activity: Historical and modern practice, business, management]. Moscow, Aspekt Press, 2006. 320 p.

10. Hairova S.M., Grebenjuk D.S. *Processno-orientirovannoe upravlenie Grebenjuk zhilishhno-kommunal'nymi uslugami* [The process focused man-

agement Grebenjuk housing-and-municipal services]. *Vestnik Samarskogo jekonomicheskogo universiteta. Samara*, 2011, no 4(78). pp. 42-48.

11. Sosunova L.A., Chernova D. Sila uslug. Vlijanie uslug na jekonomiku [Sil of services. Influence of services on economy/L. Sosunova, D. Chernov]. *Ros.predprinimatel'stvo*, 2003, no 3. pp.33-37.

12. Anderson K., Kerr K. *Menedzhment, orientirovannyj na potrebitelja* [The management focused on the consumer: the lane from English A. Uspensky]. Moscow, FAIR-PRESS, 2003. 288 p.

13. Ansoff I. *Novaja korporativnaja strategija* [New corporate strategy]. St.Petersburg, Piter Kom, 1999. 416 p.

14. Haksever K., Render B., Rassel R., Merdik R. *Upravlenie i organizacija v sfere uslug* [Management and the organization in a services sector]. St.Petersburg Piter, 2002. 752 p.

15. Hairova S.M. *Koncepcija logistiki v glo-bal'noj jekonomike* [The concept of logistics in global economy]. *Izv. Samar. nauch. centra Ros. akad. nauk. Prezidium SNC RAN. Spec. vyp. "Aktual'nye problemy jekonomiki i prava"*. Samara: Izd-vo Samar. nauch. centra RAN. 2005. Maj. pp. 15-20.

16. Baujersoks Donald Dzh., Kloss Dejvid Dzh. *Logistika: Integrirovannaja cep' postavok* [Logistics: The integrated chain of deliveries]. Moscow, ZAO Olimp-Biznes, 2008. 640 p.

17. Druker Piter F. *Zadachi menedzhmenta v XXI veke* [Problems of management in the XXI century. The lane with English]. Moscow, Izdatel'skij dom «Vil'jams», 2004. 272 p.

18. Kotler F. *Marketing – menedzhment* [Marketing – management]. St.Petersburg PiterKom, 1998. 896 p.

19. Hairov B.G. *Vybor i razvitie adap-tivnoj struktury upravlenija logisticheskimi innovacionnymi potokami v edinom prostranstve klastera lesopromyshlennogo kompleksa* [Vybor and development of adaptive structure of management of logistic innovative streams in uniform space of a cluster of timber processing complex]. *Vestnik Saratovskogo gosudarstvennogo tehničeskogo universiteta*, 2014, no 1 (74). pp. 214-217.

20. Hairova S.M. *Vybor koncepcij logi-stiki transportnymi sistemami Rossii pri formirovanii opornyh setej i integracii uslug* [Vybor of concepts of logistics transport systems of Russia when forming basic networks and integration of services]. *Vestnik Saratovskogo gosudarstvennogo tehničeskogo universiteta*, 2014, no 1 (74). pp. 217-222.

21. Prokof'eva T.A., Sergeev V.I. *Format gosudarstvenno-chastnogo partnerstva, kak metod realizacii investicionnyh proektov sozdanija transportno-logisticheskijh centrov* [Format of public-private partnership, as method of implementation of investment projects of creation of the transport and logistic centers]. *Logistika i upravlenie cepjami postavok*, 2010, no 1. pp. 7-24.

22. Teece D.J. Dynamic capabilities and strategic management. Oxford University Press, 2009. 299 p.

23. Aaker D. *Strategičeskoe rynochnoe upravlenie* [Strategic market management]. St.Petersburg, 2007. 496 p.

Хаирова Саида Миндуалиевна (Россия, г. Омск) – доктор экономических наук, доцент, заведующий кафедрой «Управление качеством и сервис», ФГБОУ ВПО «СибАДИ» (644080, Россия, г. Омск, пр. Мира 5, e-mail: saida_hairova@mail.ru).

Фомин Евгений Пименович (Россия, г. Самара) – доктор экономических наук, профессор, проректор по экономическому развитию ФГБОУ ВО Самарский государственный экономический университет, зав. кафедрой налогообложения и аудита (443090, г. Самара, ул. Советской Армии, 141, e-mail: fomin@sseu.ru).

Хаиров Бари Галимович (Россия, г. Омск) – кандидат экономических наук, заместитель директора по научной работе Омского филиала ФГБОУ ВО «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации» (644001, г. Омск, ул. Масленникова, 43, e-mail: hairov@bk.ru).

Hairova Saida Mindualievna (Russian Federation, Omsk) – doctor of economic sciences, associate professor, head of the department “Quality management and service”, The Siberian State Automobile and Highway academy (SibADI) (644080, Omsk, Mira Ave. 5, e – saida_hairova@mail.ru).

Fomin Evgeny Pimenovich (Russian Federation, Samara) – doctor of economics sciences, professor, the vice rector for economic development Samarsky the state economic university, the department chair of the taxation and audit (443090, Samara, Sovetskoy Armii St., 141, e-mail: fomin@sseu.ru).

Hairov Bari Galimovich (Russian Federation, Omsk) – candidate of economic sciences, the deputy director of scientific work of the Omsk branch "Financial university at the Government of the Russian Federation" (644001, Omsk, Maslennikov St., 43, e-mail: hairov@bk.ru).

УДК 658.32

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ РАСХОДОВ ОТ ИЗМЕНЕНИЯ КАЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ИНФРАСТРУКТУРНЫХ ОБЪЕКТОВ

И.А. Чухломина

Филиал ОАО «РЖД» Центральная дирекция инфраструктуры Западно-Сибирская дирекция инфраструктуры Экономическая служба, Россия, г. Новосибирск.

Аннотация. В данной статье рассмотрена зависимость эксплуатационных расходов от изменения качественных показателей функционирования инфраструктурных объектов. Проанализированы важнейшие факторы оказывающих влияние на снижение себестоимости перевозок. Выявлена и обоснована необходимость применения методов единичных расходных ставок, укрупненных расходных ставок, а также методов коэффициентов влияния для определения зависимости себестоимости от изменения качественных показателей использования подвижного состава. На основе проведенного исследования автором предлагается комплексная модель повышения эффективности инфраструктуры.

Ключевые слова: эксплуатационные расходы, качественные показатели, себестоимость.

Введение

Эффективность использования технических средств во многом зависит от состояния материально-технической базы, производственных мощностей и основных фондов железных дорог. В современных условиях серьезной экономической проблемой является высокий износ основных фондов и особенно подвижного состава, что оказывает влияние на величину показателей эксплуатационной работы [1]. На основании вышеизложенного, актуальность темы исследования определяют новые научно-методические подходы к разработке модели решения задачи повышения качества перевозочного процесса.

Цель исследования состоит в разработке научно-методических подходов и практических рекомендаций в повышении качества перевозочного процесса. В соответствии с указанной целью в работе поставлены и последовательно решены следующие задачи: выполнен анализ факторов, оказывающих влияние на снижение себестоимости перевозок; предложены методические подходы для определения влияния изменения качественных показателей использования подвижного состава на себестоимость перевозок; разработана модель решения задачи повышения качества перевозочного процесса.

Факторный метод анализа показателей работы территориальных филиалов

Из всего разнообразия факторов, оказывающих влияние на снижение себестоимости перевозок, к числу важнейших можно отнести степень использования технических средств и качество эксплуатационной работы железных дорог [2].

Показатели технической вооруженности по дорогам значительно различаются; например, меняется по дорогам доля в эксплуатационной длине одно-, двух- и многопутных линий. При нормальных условиях эксплуатации пропускная способность двухпутных линий примерно в четыре раза выше, чем однопутных, следовательно, каждый путь эксплуатируется примерно в два раза интенсивнее. Улучшаются качественные показатели использования подвижного состава: скорость движения поездов, в ряде случаев весовые нормы и др., что приводит к снижению себестоимости перевозок примерно на 20-30 %.

Различия в технической вооруженности хозяйства пути отражаются на расходах дорог и себестоимости перевозок. Так, укладка тяжелых термически упроченных длинномерных типов рельсов, железобетонных шпал, щебеночного балласта сокращает расходы на текущее содержание пути и одиночную замену материалов верхнего строения пути. За счет повышения устойчивости повышаются скорости движения поездов, осевые нагрузки, что позволяет использовать более мощные локомотивы, при этом удельные энергетические затраты снижаются. С другой стороны, применение тяжелых типов верхнего строения пути приводит к росту амортизационных отчислений [3].

Укладка тяжелых рельсов, бесстыкового пути, железобетонных шпал на щебеночном балласте позволяет, с одной стороны, снизить расходы по текущему содержанию и ремонту пути и, с другой, обеспечивает повышение скоростей движения и массы поездов, что, в свою очередь, приводит к уменьшению потребных парков вагонов, локомотивов и объема работы подвижного состава, экономии расходов по ремонту и амортизации подвижного состава, на топливо и электроэнергию для тяги поездов, оплату труда локомотивных бригад и т.д.

Автоматизация производственных процессов и управленческого труда – электрическая централизация управления сигналами и стрелочными переводами, автоблокировка, диспетчерская централизация, автоматизация работы сортировочных горок, автомашинисты, автоматические и полуавтоматические линии

для ремонта подвижного состава, телеуправление тяговыми подстанциями и районами электросетей, широкое применение электронной вычислительной техники – позволяет высвободить для других работ большое количество дежурных по стрелочным постам, регуляторов скорости движения [4].

Улучшение качественных показателей использования подвижного состава, а именно: повышение использования грузоподъемности груженых вагонов, снижения процента порожнего пробега вагонов, увеличение веса грузовых поездов и состава пассажирских поездов, скорости движения поездов, снижение процента вспомогательного пробега локомотивов, ускорение оборота вагонов и локомотивов оказывает большое влияние на снижение себестоимости перевозок и является основным резервом сокращения эксплуатационных расходов в реальных условиях работы железных дорог.

Большое влияние на себестоимость перевозок оказывает густота перевозок (приведенный грузооборот в расчете на 1 км эксплуатационной длины).

Рост густоты перевозок в пределах оптимального заполнения пропускной способности железнодорожных направлений приводит к снижению себестоимости перевозок в части условно - постоянных расходов за счет того, что их величина при изменении густоты не изменяется либо изменяется незначительно. Рост густоты перевозок свыше оптимального уровня приводит к значительному увеличению числа сбоев в работе, ухудшает качественные показатели работы железнодорожного транспорта и способствует росту себестоимости перевозок [5].

Влияние изменения качественных показателей использования подвижного состава на себестоимость перевозок можно определить рассмотренными ранее методами единичных расходных ставок, укрупненных расходных ставок, а также методом коэффициентов влияния. Этими методами можно определить изменение себестоимости перевозок и эксплуатационных расходов при изменении одного из показателей или при одновременном изменении нескольких показателей использования подвижного состава. Получаемую при этом экономию (или перерасход) находят сопоставлением эксплуатационных расходов, исчисленных при исходных величинах качественных показателей использования подвижного состава и при новых величинах всех этих показателей (рис.1).

Расчет влияния качественных показателей использования подвижного состава на

себестоимость перевозок производится на заданный (неизменный) объем перевозок. В методе единичных расходных ставок он условно принят равным 1000 эксплуатационных тонно-км [6].

Эффект от повышения нагрузки вагона зависит от расстояния перевозки груза. В связи с этим методика расчета экономии от повышения нагрузки вагона должна учитывать изменение эксплуатационных расходов, связанных с отдельными операциями перевозочного процесса – начальной, конечной, передвижения и переформирования поездов (таблица 1).

где $t_{тр}$ – средний простой вагона под одной грузовой операцией, час.; $K_M^{н-к}$ – средняя

затрата маневровых локомотиво-часов на один вагон под грузовыми операциями (включая расформирование и формирование без учёта сдвоенных операций).

Изменение эксплуатационных расходов при увеличении (снижении) участковой скорости за счет изменения продолжительности стоянок на промежуточных станциях определяется по укрупненной расходной ставке на поезд-час и изменению поезд-часов на участке. Изменение времени простоя поездов рассчитывается как разность между временем нахождения поезда на участке до и после изменения скорости [7].

Таблица 1 – Расчёт зависящих расходов на начальную и конечную операции

Наименование измерителей	Расходные ставки, р.	Затрата измерителей на 1 вагон	Расходы на 1 вагон, р.
Вагоно-часы	$L_{нн}$	$2 \times t_{ар}$	Данные графы 2, умноженные на данные графы 3
Отравленные вагоны	$L_{осв}$	1	
Грузовая отправка	L_0	1	
Локомотиво-часы маневровые	$L_{МНМ}$	$K_M^{н-к}$	
Итого	–	$-\sum \Theta$	

Величина такого изменения на 100 поезд-километров составит:

$$\Delta \sum Nt = 100 \times \left(\frac{1}{v_{yc}} - \frac{1}{v'_{yc}} \right), \quad (1)$$

где v_{yc}, v'_{yc} – участковая скорость, соответственно, до и после ее изменения, км/ч.

Сокращение (увеличение) эксплуатационных расходов определяется по формуле:

$$\Delta \Theta = e_{nc} \times \Delta \sum Nt \quad (2)$$

где e_{nc} – стоимостная оценка поезд-часа простоя поезда, руб

Таблица 2 – Расчет эксплуатационных расходов связанных с изменением времени простоя поездов

Подразделение	$\Delta \sum Nt$, час		e_{nc} , руб./час		$\Delta \Theta$, руб.	
	$\Delta \sum Nt \Theta$	$\Delta \sum Nt \Gamma$	$e_{nc \Theta}$	$e_{nc \Gamma}$	$\Delta \Theta \Theta$	$\Delta \Theta \Gamma$
Территориальный филиал (железная дорога)	0,04	0,06	1283,2	1359,42	51,33	81,56
Дирекция по ремонту вагонов	0,04	0,06	13,53	10,10	0,54	0,61
Дирекция по ремонту тягового подвижного состава	0,04	0,06	45,29	88,68	1,81	5,32

Расходы, связанные с простоем вагона в поезде определяются на основании рассчитанной укрупненной расходной ставки на 1

поездо-час простоя грузового поезда и среднего состава поезда:

$$\Delta \Theta = e_{nc} / m. \quad (3)$$

Таблица 3 – Расчет эксплуатационных расходов связанных с простоем вагона в поезде

Подразделение	m, шт.		e _{лч} , руб./час		ΔЭ, руб./час	
	mЭ	mТ	e _{лчЭ}	e _{лчТ}	ΔЭЭ	ΔЭТ
Территориальный филиал (железная дорога)	69,88	52,17	1283,2	1359,42	18,36	26,06
Дирекция по ремонту вагонов	69,88	52,17	13,53	10,10	0,19	0,19
Дирекция по ремонту тягового подвижного состава	69,88	52,17	45,29	88,68	0,65	1,7

Модель решения задачи повышения качества перевозочного процесса

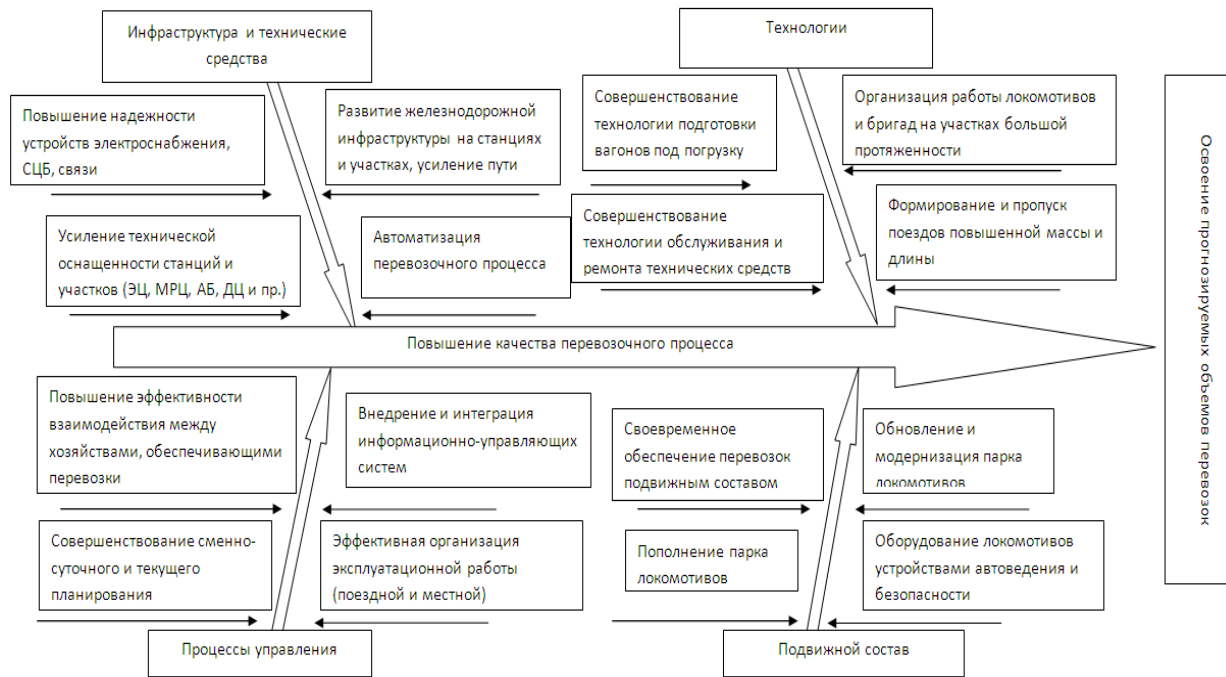


Рис. 1. Комплексная модель повышения эффективности инфраструктуры

Расходы, связанные с оценкой вагоно-часа на перегоне определяются исходя из укрупненной расходной ставки на 1 поездок-км, участковой скорости движения и среднего состава поезда:

$$\Delta \text{Э} = e_{пкм} \times V_{уч} / m \quad (4)$$

Таблица 4 – Расчет эксплуатационных расходов связанных с оценкой вагоно-часа на перегоне

Подразделение	e _{пкм} , руб./км		V _{уч} , км/ч		m, шт		ΔЭ, руб./час	
	e _{пкмЭ}	e _{пкмТ}	V _{учЭ}	V _{учТ}	mЭ	mТ	ΔЭЭ	ΔЭТ
Территориальный филиал (железная дорога)	111,47	205,64	51,01	43,16	69,88	52,17	81,37	170,68
Дирекция по ремонту вагонов	11,36	8,52	51,01	43,16	69,88	52,17	8,29	7,07
Дирекция по ремонту тягового подвижного состава	5,45	8,84	51,01	43,16	69,88	52,17	3,98	7,34

Расходы определяются исходя из расходов, связанных с 1 часом простоя локомотива без бригады и временем простоя в часах [8]:

$$\Delta \text{Э} = e_{лч} \times t \quad (5)$$

Таблица 5 – Расчет эксплуатационных расходов связанных с 1 часом простоя локомотива без бригады и временем простоя в часах [8]:

Подразделение	t, час		e _{лч} , руб./час		ΔЭ, руб.	
	tЭ	tТ	e _{лчЭ}	e _{лчТ}	ΔЭЭ	ΔЭТ
Территориальный филиал (железная дорога)	24	24	324,73	307,76	7793,52	7386,24
Дирекция по ремонту тягового подвижного состава	24	24	45,29	88,68	1086,96	2128,32

Заключение

Для достижения цели исследования автором выявлены важнейшие факторы оказывающие влияние на снижение себестоимости перевозок, определены методы воздействия на отдельные показатели с целью повышения качества перевозочного процесса. В исследуемой статье сделаны следующие выводы: к важнейшим факторам, оказывающие влияние на снижение себестоимости перевозок относятся степень использования технических средств и качество эксплуатационной работы железных; расчет экономической оценки и себестоимости с применением метода расходных ставок показали нецелесообразность изменения существующей системы и методов управления на региональном принципе; разработана комплексная модель повышения эффективности инфраструктуры.

В целом выполненная статья и анализ качественных показателей функционирования инфраструктурных объектов подтверждает необходимость в повышение состояния материально-технической базы, производственных мощностей и основных фондов железных дорог.

Библиографический список

1. Громов, Н.Н. Управление на транспорте / Н.Н. Громов, В.А. Персианов. – М.: Транспорт, 1990. – 336 с.
2. Виханский, О.С. Стратегическое управление: Уч.-к.-2-е изд., пер. и доп. / О.С. Виханский. – М.: Гардарики, 1999. – 296 с.
3. Васильев, В.И. Моделирование транспортных систем / Под ред. В.И. Васильева. – М.: Транспорт, 1988. – 308 с.
4. Давыдов, А.В. Управление трудовыми ресурсами в период реформирования железнодорожного транспорта / А.В. Давыдов, С.П. Кретов – Новосибирск. Изд. ГПНП, 2002. – 230 с.
5. Воронцова, Г.С. Организация перевозок и коммерческая эксплуатация транспорта: Учебное пособие / Г.С. Воронцова. – М.:МИИГА, 1988. – 91 с.
6. Жданов, С.А. Экономические модели и методы в управлении / С.А. Жданов. – М.: Дело и сервис, 1998. – 104 с.
7. Терешина, Н.П. Экономика железнодорожного транспорта. Учебник для вузов / Н.П. Терешина, Б.М. Лapidус, В.Т. Трихунков. – М: УМЦ на ж.д. транспорте, 2006. – 332 с.

8. Конюховский, П.В. Математические методы исследования операций в экономике / П.В. Конюховский. – СПб: Питер, 2000. – 208 с.

THE DEFINITION OF OPERATING COSTS DEPENDING ON THE CHANGE OF QUALITY INDICATORS OF OPERATION OF INFRASTRUCTURE FACILITIES

I.A. Chukhlomina

Abstract. This article describes the dependence of the operating costs of the change of quality indicators of functioning infrastructure. Analyzed the major factors influencing the decline in the cost of transportation. And revealed the necessity of applying the methods of individual expenditure rates, consolidated expenditure rates, as well as methods for determining the factors of influence, depending on changes in the cost of qualitative use of the rolling stock. On the basis of the research the author proposes a comprehensive model to increase the efficiency of infrastructure.

Keywords: operating costs, quality indicators, the cost price.

References

1. Gromov N.N., Persianov V.A. *Upravlenie na transporte* [Management on transport]. Moscow, Transport, 1990. 336 p.
2. Vihanskij O.S. *Strategicheskoe upravlenie* [Strategic management]. Moscow, Gardariki, 1999. 296 p.
3. Vasil'ev V.I. *Modelirovanie transportnyh sistem* [Modeling of transport systems]. Moscow, Transport, 1988. 308 p.
4. Davydov A.V., Kretov S.P. *Upravlenie trudovymi resursami v period reformirovanija zheleznodorozhnogo transporta* [Management of a manpower during reforming of railway transport]. Novosibirsk. Izd. GPNP, 2002. 230 p.
5. Voroncova G.S. *Organizacija perevozok i kommercheskaja jekspluatacija transporta: Uchebnoe posobie* [Organization of transportations and commercial operation of transport: Manual]. Moscow, MIIGA, 1988. 91 p.
6. Zhdanov S.A. *Jekonomicheskie modeli i metody v upravlenii* [Economic models and methods in management]. Moscow, Delo i servis, 1998. 104 p.
7. Tereshina N.P., Lapidus B.M., Trihunkov V.T. *Jekonomika zheleznodorozh-nogo transporta. Uchebnik dlja vuzov* [Ekonmik of railway transport]. Moscow, 2006. 332p.
8. Konjuhovskij P.V. *Matematische metode dy issledovanija operacij v jekonomike* [Mathematical methods of research of operations in economy]. St. Petersburg, Piter, 2000. 208 p.

Чухломина Ирина Алексеевна (Россия, г. Новосибирск) – экономист Филиал ОАО «РЖД» Центральная дирекция инфраструктуры Западно-Сибирская, дирекция инфраструктуры Экономическая служба; аспирант ФГБОУ ВПО «СГУПС» (630004, Россия, Новосибирск, Вокзальная магистраль, 12, e-mail: zpsd@inbox.ru).

Chukhlomina Irina Alekseevna (Russian Federation, Novosibirsk) – the economist RZHD Branch of JSC the Central management of infrastructure West Siberian, management of infrastructure Economic service; graduate student FGBOU VPO "SGUPS" (630004, Novosibirsk, Station highway, 12, e-mail: zpsd@inbox.ru).

УДК 334.726

BILDUNG UND BERUF IM MIGRATIONSPROZESS

Olga Frik¹, Hartmut Griese², Alexander Kovalev¹

¹Omsker Filiale der Finanzuniversität (Russland, Omsk);

²Institut für Soziologie, Leibniz-Universität Hannover (Deutschland).

Kurzreferat. In den vergangenen Jahrzehnten siedelten mehrere Hunderttausende von Deutschstämmigen aus Osteuropa nach Deutschland aus. Unter ihnen bilden die Aussiedler und Aussiedlerinnen aus den Nachfolgestaaten der ehemaligen Sowjetunion die größte Gruppe. Die Berufsbiographie der Spätaussiedler ist durch die Aussiedlung in besonderer Weise geprägt. Die Umsiedlung bedeutet für sie grundsätzlich einen zwangsläufigen beruflichen Abstieg. Im Mittelpunkt des Beitrages steht der berufliche Werdegang der Spätaussiedlerinnen und den damit verbundenen Auswirkungen auf die Identitäts- und Persönlichkeitsentwicklungen.

Schlüsselwörter: migration, bildung, integration.

Integration der Spätaussiedlerinnen in den deutschen Arbeitsmarkt

Die erfolgreiche Integration in den deutschen Arbeitsmarkt ist ein wichtiger Baustein der dauerhaften gesellschaftlichen Integration von Spätaussiedlern. Die meisten Spätaussiedler kommen seit Ende der 1980er Jahre aus den Nachfolgestaaten der ehemaligen UdSSR nach Deutschland. Im Falle dieser Einwanderergruppe übt die Ausreise einen starken Einfluss auf die Bildungs- und Berufssituation in den betroffenen Familien aus (die Übersiedlung findet in der Regel in den größeren Familienverbänden statt. Die Migration von Einzelpersonen ist eher eine Ausnahme). Diese dauerhafte Migration bedeutet für die Familienmitglieder in arbeitsfähigem Alter grundsätzlich einen *zwangsläufigen beruflichen Abstieg*, vielfach müssen sie auf einen *anderen Beruf* oder eine *Tätigkeit unterhalb ihrer ursprünglichen Qualifizierung* ausweichen. Das geschieht u.a. deswegen, weil viele der „mitgebrachten“ Abschlüsse in Deutschland nicht anerkannt werden (und wenn doch, sind sie kaum verwendbar) und es viele Berufe hierzulande nicht mehr gibt (insb. im landwirtschaftlichen Bereich). Wie eine aktuelle Studie aufgrund der Datenbasis „Integrierte Erwerbsbiographie“ (IEB) des Instituts für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung (IAB) zeigt, gelingt eine Integration in den Arbeitsmarkt den Spätaussiedlern im Vergleich zu Ausländern und Deutschen weniger gut (Brück-Klingberg/ Burkert/ Seibert/ Wapler, 2007). Laut dieser Studie sind Spätaussiedler

viel stärker von Arbeitslosigkeit betroffen und seltener sozialversicherungspflichtig beschäftigt. Von den sozialversicherungspflichtig beschäftigten Spätaussiedlern sind fast drei Viertel als Nicht-Facharbeiter tätig und nur wenige als Angestellte.

Besonders *weibliche Spätaussiedler* sind von den Prozessen der *beruflichen Dequalifizierung* und der *Arbeitslosigkeit* betroffen bzw. bedroht. Ihre beruflichen Qualifikationen und Orientierungen gelten meistens als wertlos für den bundesdeutschen Arbeitsmarkt. In dem vorliegenden Beitrag werden die Ergebnisse des Forschungsprojekts „Berufsbiographie und Identitätsentwicklung von Spätaussiedlerinnen aus der ehemaligen UdSSR: Auswirkungen auf Familie und Kindererziehung“¹ dargestellt. Im Rahmen des Projektes wurde u.a. die *Bildungs- und Berufssituation der Mütter* im Zusammenhang mit der *Situation der Kinder* untersucht. Das Forschungsinteresse galt dem beruflichen Werdegang der Spätaussiedlerinnen und den damit verbundenen Auswirkungen auf die Identitäts- und Persönlichkeitsentwicklungen. Das leitende Erkenntnisinteresse konnte in den folgenden Forschungsfragen gebündelt werden. Wie verarbeiten Spätaussiedlerinnen die (meistens) schwierige berufliche Situation im

¹ Projektleitung: Prof. Dr. İnci Dirim, Prof. Dr. habil. Hartmut M. Griese. Das Projekt wurde aus den Mitteln des Innovationspools der Philosophischen Fakultät der Universität Hannover finanziert.

Aufnahmeland? Welche Persönlichkeits- und Identitätsveränderungen sind bei ihnen infolge der Migrationssituation zu beobachten? Welche Auswirkungen hat die migrationsbedingte berufliche Situation auf Familie und Kinder?

Mutterschaft und Berufstätigkeit der Spätaussiedlerinnen in der ehemaligen UdSSR und in Deutschland

Die Mutterrolle wurde in der ehemaligen UdSSR als Aufgabe von hoher nationaler und staatsbürgerlicher Verantwortung propagiert. Frauen mit vielen Kindern wurden mit einem Orden ausgezeichnet [1, p.92].

Ein wesentliches Charakteristikum der sowjetischen Gesellschaft war die hohe und kontinuierlich angelegte Erwerbsbeteiligung der Frauen. Die Frauen arbeiteten nicht nur aus finanzieller Notwendigkeit, sondern die Berufstätigkeit war ihnen als Quelle persönlicher Zufriedenheit und wirtschaftlicher Unabhängigkeit wichtig [2, p. 129ff]. Auch für die in den Nachfolgestaaten der UdSSR lebenden Mütter ist die Berufstätigkeit trotz der hohen Belastungen eine absolute Selbstverständlichkeit [1, p.82]. Die Berufstätigkeit der Frau galt in der UdSSR als ein Indikator für die realisierte Gleichberechtigung der Frau.

In der Untersuchung von Dembon, Hoffmeister und Ingenhorst wurden u.a. Wertvorstellungen der Aussiedler im Herkunftsland erforscht. Interessanterweise war für die Frauen ein sicherer Arbeitsplatz (neben der Sorge um die Zukunft der Kinder) von etwas größerer Bedeutung als für die Männer, die eher Haus und Hof, einen gehobenen Lebensstandard sowie eine gute Gesundheit anstrebten [3, p.61].

Die Aussiedler erlebten die Arbeitsplatzgarantie für alle in der UdSSR als eine Normalität. Sie sind mit der Vorstellung nach Deutschland gekommen, wieder einer geregelten Tätigkeit nachzugehen. Die Erwerbslosigkeit, die die meisten zumindest in der Anfangsphase erleben, bedeutet daher eine Zerstörung ihres Lebensentwurfs.

A. Schafer und L. Schenk haben die Arbeitslosigkeit bei Aussiedlern und bei einheimischen Deutschen verglichen. Sie vertreten die Meinung, dass Aussiedler in zweifacher Hinsicht von der Arbeitslosigkeit betroffen sind. Zum einen sind sie wie jeder betroffene Einheimische mit den psychosozialen Stressfaktoren konfrontiert, die Arbeitslosigkeit mit sich bringt (ökonomische Deprivation, Stigma und Diskriminierung, psychische Folgeerscheinungen etc.), zum anderen stellt gerade Arbeit für sie eine Chance dar, überhaupt einen Einstieg in die neue Gesellschaft finden und sich einen sozialen Status aufzubauen, über den die Deutschen in der Regel schon verfügen. Sie werden von der Gesell-

schaft als „Fremde“ wahrgenommen, d.h. sie erfahren im Falle der Arbeitslosigkeit eine doppelte Stigmatisierung, als Arbeitslose und als 'Fremde' [4, p.60].

Im Rahmen des Forschungsprojektes FAFRA wurden Familien- und Berufseinstellungen von Aussiedlerinnen aus der ehemaligen Sowjetunion, Arbeitsemigrantinnen aus der Türkei sowie westdeutschen Frauen untersucht und verglichen. Es wurde festgestellt, dass Familie und Beruf als gleichwertige Bestandteile zu betrachten, für die Aussiedlerinnen – im Vergleich zu den anderen beiden Gruppen – stärker eine allgemeingültige und selbstverständliche Orientierung ist (vgl. ebd., S. 307). Kaum eine der befragten Frauen konnte sich einen Hausfrauenalltag vorstellen. In ihrer Lebenssituation würde dieser Frauenalltag eher eine Belastungssituation darstellen. Monotonie, Langeweile, Isolation, Schwere, ein Alltag, in dem keine Kontakte und Informationen ausgetauscht werden können und der nichts Eigenes im Leben beinhaltet, sind von den Interviewpartnerinnen angegebene Gründe für die Ablehnung eines Daseins als Hausfrau. Außerdem würde dieses Dasein eine, auch finanzielle Abhängigkeit vom Mann bedeuten, vor allem im Hinblick auf die eigene Rentenabsicherung [5, p.158].

Methodisches Vorgehen in der Hauptuntersuchung

Der methodische Ansatz der Untersuchung sollte im Hinblick auf die Auswertung folgende Betrachtungsweisen ermöglichen. Zum einen sollten durch die personenbezogene Analyse von Einzelinterviews individuelle Auswirkungen der Migration auf die berufliche Situation, Persönlichkeits- und Identitätsentwicklung der Spätaussiedlerinnen aufgezeigt werden. Zum anderen sollte eine gezielte Auswertung zu Einzelaspekten der gewählten Fragestellung unter dem Blickpunkt der themenbezogenen Analyse vorgenommen werden. Um diese Herangehensweise an das Material zu ermöglichen, war eine methodische Konzeption der Interviews notwendig, die sowohl eine Fokussierung auf bestimmte Fragestellungen als auch Spielräume für erzählende Passagen durch die Interviewpartnerinnen zuließ. Eine solche Möglichkeit bietet das problemzentrierte Interview, wie es als Verfahren qualitativer Analyse von Mayring [6, p.46] dargestellt wird. Mit Hilfe dieses Leitfadens werden die Interviewten auf bestimmte Fragestellungen hingelenkt und reagieren darauf offen, ohne jegliche Antwortvorgaben.

Durchführung der Hauptuntersuchung

Um eine Vergleichbarkeit des gewonnenen Materials zu gewährleisten, wurde eine annähernde Gruppenhomogenität im Hinblick auf ei-

nige Sozialdaten hergestellt. Unsere Zielgruppe bildeten die Spätaussiedlerinnen aus der ehemaligen UdSSR, die vor über 10 Jahren nach Deutschland übersiedelten und bei der Einreise zwischen 30 und 40 Jahre alt waren.

Eine differenzierte Auswahl wurde hinsichtlich der Schul- und Berufsausbildung vorgenommen. Die Interviewten wurden in zwei Gruppen unterteilt:

a) spätaussiedlerinnen, die in ihrem Herkunftsland eine akademische Ausbildung absolvierten;

b) spätaussiedlerinnen, die keinen akademischen Abschluss im Herkunftsland gemacht haben.

Diese Gruppen wurden im Sinne des Forschungsprojektes mit Blick auf die „berufliche Integration“, „Berufsbiographie und Identitätsentwicklung“ und ihre Folgen „auf Familie und Kindererziehung“ näher untersucht und verglichen. Die Spätaussiedlerinnen können in Deutschland meistens Ausbildungsberufe oder ungelernte Tätigkeiten ausüben. Es wurde davon ausgegangen, dass diese Tatsache für Akademikerinnen im Gegensatz zu Nicht-Akademikerinnen einen beruflichen Abstieg bedeutet und dass diese berufliche Situation auf die Persönlichkeits- und Identitätsentwicklungen beider Gruppen unterschiedlich auswirken kann.

Die Auswahl der Interviewpartnerinnen erfolgte nach dem Schneeballprinzip von Fall zu Fall. Zum Zeitpunkt der Interviewdurchführung (April 2005-Februar 2006) lebten die Befragten in der Region Hannover, in der Region Salzgitter, in Hamburg und in Minden. Die Interviewten konnten zwischen Deutsch und Russisch als Interviewsprachen wählen. Vier der insgesamt fünfzehn Interviews wurden auf Deutsch und die anderen auf Russisch durchgeführt.

Ergebnisse der Untersuchung. Integrationsverläufe in Deutschland und persönliches Empfinden der beruflichen Umorientierung bzw. Dequalifizierung

Zum Teil berichteten die Interviewpartnerinnen über ihr Empfinden der beruflichen Umorientierung bzw. Dequalifizierung im Rahmen der erzählenden Passagen, ohne dass sie danach gezielt gefragt wurden. Diese wichtige Erkenntnis zeigt, dass dieses Thema für die Interviewten aktuell ist und der Verarbeitungsprozess nicht abgeschlossen ist.

Alle Befragten mussten eine berufliche Neuorientierung und Dequalifizierung in Deutschland durchlaufen. Einige Interviewten konnten sich noch im Herkunftsland darauf einstellen. Die meisten Interviewten hatten vor ihrer Ausreise kaum Vorstellungen über berufliche Perspektiven in Deutschland: „Ich habe mir nicht viel über-

legt, wie es hier ist, was mich hier erwartet. Ich bin dann einfach mit den Eltern mitgekommen“. Diese Ergebnisse betreffen nur die von uns interviewten Frauen, es zeigte sich z.B. in der Untersuchung von M. Westphal über Spätaussiedlerinnen fast durchgängig, dass „die Frauen ihre beruflichen Erwartungen bereits im Ausreise- bzw. Einwanderungsprozess verringert haben“ [5, p. 150].

Sozialer Status und thematische Interessen

Die Interviewpartnerinnen wurden gefragt, ob sie gleichberechtigt behandelt werden und ob sie Diskriminierungen erlebt hatten. Mit Hilfe dieser Fragen wollten wir auf die rückblickende Perspektive der Frauen bzgl. ihres Einwanderungsprozesses zurückgreifen. Da die Interviewten über längere Zeit in Deutschland leben und eine individuelle Einwanderungs- und Eingliederungsgeschichte haben, war es uns wichtig zu erfahren, wie sie diese aus ihrer heutigen Sicht einschätzen. Mehrere Frauen gaben an, ihre (unzureichenden A.d.V.) *Deutschkenntnisse* und ihre *Herkunft* seien die Gründe dafür, dass sie nicht gleichbehandelt werden. Die von den Interviewten wahrgenommenen Zuschreibungsprozesse und Stigmatisierungen wurden auf die *Fremdenfeindlichkeit* und *Unkenntnis* der einheimischen Deutschen über die Hintergründe der Russlanddeutschen zurückgeführt.

Uns interessierten unter anderem die thematischen Interessen der Interviewten. Die meisten Befragten interessierten sich kaum für die politische Situation in Deutschland. Unter den Geschehnissen in Deutschland, die sie interessierten, nannten sie: „soziales System“, „wirtschaftliche Entwicklungen“, „Renten“, „Arbeitslosigkeit“, „Gesundheitswesen“. Der Großteil der Interviewten interessierte sich sehr für die Situation in ihren Herkunftsländern. Sie konnten über aktuelle Ereignisse dort sprechen, denn die Meisten hatten russisches Fernsehen und Kontakte nach Russland (unabhängig davon, ob sie aus Kasachstan, Tadschikistan oder Russland kamen, nannten sie ihr Herkunftsland „Russland“, wie es unter Aussiedlern üblich ist).

Zwischenmenschliche Beziehungen und Persönlichkeitsveränderungen

Die meisten Interviewten suchten Rat und Hilfe bei Verwandten und Freunden, was auf eine wichtige Bedeutung der familiären Verbände und freundschaftlichen Netzwerke bei den Russlanddeutschen zurückzuführen ist. Der Großteil der Interviewten war der Meinung, dass sich die zwischenmenschlichen Kontakte hier von denen in ihrem Herkunftsland unterscheiden.

Bemerkenswerterweise gab ein Teil der Interviewten an, dass sie alteingesessene Deutsche nicht kennen, da sie keine Kontakte zu ihnen haben. Andere Befragten hatten ebenso kaum private Kontakte zu alteingesessenen Deutschen. Die wenigsten hatten Bekanntschaften mit alteingesessenen Deutschen, bei den meisten Frauen fand der Kontakt hauptsächlich im Rahmen der Arbeit statt. Die Mehrheit der Interviewten war mit anderen Spätaussiedlern oder mit anderen russischsprachigen Migranten befreundet, es gab kaum Freundschaften zu Vertretern anderer ethnischen Gruppen.

Die meisten Interviewten gaben an sich im Laufe des Einwanderungsprozesses verändert zu haben. Dabei war die meist erwähnte Veränderung „ich wurde verschlossener“, was von der Hälfte der Interviewten genannt wurde. Vier Interviewten sind ihren Angaben zufolge selbstbewusster geworden. Sie alle hatten einen Hochschulabschluss im Herkunftsland erworben und hatten in Deutschland noch einmal studiert. Drei von ihnen waren zum Zeitpunkt der Befragung berufstätig (zwei Sozialarbeiterinnen, eine Sprachlehrerin), eine Frau war in der Ausbildung. Es scheint, dass für die Entwicklung des Selbstbewusstseins eine erfolgreiche berufliche Integration mit großer Wahrscheinlichkeit entscheidend ist. Dabei versteht sich solche Integration als eine berufliche Tätigkeit, die dem Bildungs- und Qualifikationsniveau der Frau entspricht.

Ein weiterer Beweis dieser Konsequenz ergab sich am Beispiel der Frauen, die unter ihrer Qualifikation arbeiteten und ihr gesunkenes Selbstwertgefühl mit der misslungenen beruflichen Integration verbanden.

Drei Interviewte gaben dem gegenüber an sich kaum verändert zu haben. Es waren Nicht-Akademikerinnen, die keinen beruflichen Abstieg in Deutschland erlebt hatten. Eine berufliche Umstellung und Neuorientierung war für sie nicht so gravierend wie für Akademikerinnen. Sie mussten offenbar keine besonderen Anpassungsstrategien entwickeln und ihr Einwanderungsprozess verlief deswegen ohne nennenswerte Folgen für ihre Persönlichkeit.

Familiäre Situation

Die meisten Interviewten gaben an, beide Sprachen (Russisch und Deutsch) in ihren Familien zu sprechen. Sie sprächen mit ihren Männern oder mit ihren Eltern überwiegend Russisch, mit den Kindern oder ggf. Enkelkindern meistens auf Deutsch. Dabei habe sich das Alter der Kinder bei der Einreise meistens als entscheidend für die Sprachwahl erwiesen. Die als Vorschulkinder eingereisten Kinder bevorzugten

Deutsch zu sprechen, viele könnten kein Russisch mehr.

Den Frauen zu Folge scheint das Einreiselalter der Kinder für das Einleben in Deutschland wichtig zu sein. Die eingereisten Kleinkinder hätten so gut wie keine Schwierigkeiten, sich einzulernen.

In den erzählenden Passagen sprachen einige Frauen über ihre Kinder im Zusammenhang mit ihrer beruflichen Eingliederung in Deutschland. Eine Frau merkte an: „Als ich angefangen habe zu studieren, sind die Schulnoten meiner Tochter besser geworden“. Eine andere Interviewte sagte: „Unser Sohn hat gesehen, dass es uns im Sprachkurs nicht leicht war. Ich denke, das hat ihn positiv beeinflusst“. Eine Frau erzählte: „Für die Kinder ist es sehr wichtig, inwieweit ihre Eltern integriert sind. Ich denke, dass das Vorbild der Eltern sehr wichtig ist“. Diese Äußerungen beweisen, dass das Bemühen der Eltern um einen Berufseinstieg ihre Kinder durchaus positiv beeinflussen, ihnen eine Orientierung in der neuen Situation geben und Motivation vermitteln kann. Abgesehen von den finanziellen Vorteilen spielt bei der gelungenen BerufsinTEGRATION die Selbstzufriedenheit der Mütter, sowie deren Vorbildfunktion für die Kinder eine wichtige Rolle. Die erfolgreiche berufliche Integration der Frauen bedeutet in dieser Hinsicht eine große Unterstützung im Eingliederungsprozess der ganzen Familie.

Integrationsleistungen der Mehrheitsgesellschaft

Auffallend bei der Frage nach der Aufnahme in Deutschland war, dass die meisten Frauen über die Hilfestellungen im Bereich der beruflichen Eingliederung sprachen und diese ausnahmslos als unzureichend und nicht zufriedenstellend bezeichneten. Da die unzureichende Unterstützung bei der beruflichen Eingliederung in den meisten Antworten dargestellt wurde, ging es auch beim Thema „Aussiedlerpolitik“ meistens um den Beruf. Die Interviewten wünschten sich zwar, dass sich die Unterstützung in diesem Bereich verbessert, einige von ihnen zweifelten jedoch daran, dass es in der aktuellen Situation in Deutschland möglich ist: „Deutsche haben auch viele Probleme, die Arbeitslosigkeit ist so groß“. Die Interviewten waren der Meinung, dass die Ausreisewilligen noch im Vorfeld ihrer Umsiedlung über die Situation in Deutschland genau informiert werden sollten.

Identitätsentwicklung und Wohlbefinden

In diesem Interviewteil hatten wir zehn Fragen gestellt, mit deren Hilfe wir uns ein Bild über die Akkulturationsprozesse der Interviewten machen wollten. „Deutsch“ bedeutet für die meisten Befragten *Deutschland, die Zugehörigkeit zum deutschen Volk, Nationalität, deutsche Sprache,*

Kultur. Eine Interviewte fügt einen *gewissen Wohlstand* hinzu. Es ist bekannt, dass für viele Spätaussiedler der Wunsch als Deutsche unter Deutschen zu leben in vielen Fällen der Hauptgrund der Ausreise war. Obwohl eine Frau sich mit dem Thema „Das Deutschsein von den Spätaussiedlern“ auseinandersetzte, hatten andere Interviewten ihr „Andersein“ als Deutsche kaum erwähnt, dieses Thema scheint bei den meisten verarbeitet und nicht mehr aktuell zu sein. Für ein Drittel der Befragten wäre es schwer, wenn sie in ihrem Herkunftsland geblieben wären. Die meisten von ihnen kamen ursprünglich aus Kasachstan und Mittelasien und gaben die nationalen Konflikte als den Hauptgrund für diese Einschätzung. Sie erlebten keinen beruflichen Abstieg und waren zum Zeitpunkt der Befragung erwerbstätig. Sieben Frauen meinten, sie hätten weiter so gelebt und gearbeitet, wie früher, es ginge ihnen nicht schlecht in ihrem Herkunftsland.

Die letzte Frage war dem Thema des Dazugehörens gewidmet, oder wie sie ins Russische übersetzt wurde: „Fühlen Sie sich in Deutschland zu Hause?“ Sechs Frauen (die meisten sind entsprechend ihrem Bildungs- und Qualifikationsniveau berufstätig) bejahten diese Frage.

Die meisten Interviewten fühlten sich nicht dazugehörig, oder nicht zu Haus. Sie erlebten eine berufliche Dequalifizierung in Deutschland und waren zum Befragungszeitpunkt entweder unter ihrem Qualifikationsniveau tätig oder arbeitslos. Eine Frau schätzte sich als „nicht gebraucht und nicht geschätzt“, sie meinte eindeutig die Berufssphäre. Eine andere Interviewte verbindet ihr Gefühl „nicht zu Hause zu sein“ ebenso mit ihrer beruflichen Tätigkeit: „Die erste Zeit, als ich putzen gehen musste, das alles ist mir... Das Alles steckt mir immer noch bis zum Hals... Aber was kann man machen?“

Schlussfolgerungen in Hinblick auf die Fragestellung der Studie

Alle im Laufe der Untersuchung befragten Frauen zeigten unabhängig von ihren ursprünglichen beruflichen Qualifikationen und dem Bildungsniveau eine starke Berufsorientierung, was den Ergebnissen der bisherigen Untersuchungen völlig entspricht (vgl. Westphal 2003, Herwartz-Emden 1995). Trotz ihrer sehr starken Erwerbsorientierung haben Spätaussiedlerinnen in Deutschland große Schwierigkeiten, einen ihren Qualifikationen entsprechenden Arbeitsplatz zu finden und werden häufig in eine unfreiwillige Hausfrauenrolle oder in unqualifizierte Tätigkeiten abgedrängt.

Nach B. Dietz umfasst die Integration „grundsätzlich alle Bereiche des

gesellschaftlichen Lebens und impliziert in letzter Konsequenz eine gleichberechtigte Partizipation der Zuwanderer am wirtschaftlichen, gesellschaftlichen und kulturellen Leben des Aufnahmelandes, entsprechend ihrer mitgebrachten Fähigkeiten“ [7, p.39]. Die dargestellten beruflichen Integrationsverläufe machen es deutlich, dass nur im Falle weniger Frauen von einer gelungenen Integration in diesem Sinne gesprochen werden kann. Es handelt sich dabei um die Frauen, die „entsprechend ihrer mitgebrachten Fähigkeiten“ und ihrem Bildungsniveau im Aufnahmeland berufstätig sind. Die Untersuchung zeigte, dass die (meistens schwierigen) beruflichen Situationen das Wohlbefinden der Frauen stark beeinflussen. Keine der Befragten, die eine Dequalifizierung erlebt hatte, war mit ihrer Gesamtsituation zufrieden. Die Darstellung beruflicher Situationen tauchte immer wieder in den erzählenden Passagen der Interviewten auf und wurde zu verschiedenen Anlässen thematisiert. Das lässt die Vermutung zu, dass die Verarbeitungsprozesse bei den meisten Frauen, die einen beruflichen Abstieg erlebt hatten, nicht abgeschlossen sind. Obwohl die meisten Betroffenen sich mehr oder weniger mit diesen Situationen abgefunden haben, verliert das Thema der Dequalifizierung für sie nicht an Aktualität.

Die verbreitetste Legitimisierung der Ausreiseentscheidung von Spätaussiedlern, die in der einschlägigen Literatur mehrfach erwähnt wird, ist die Ausreise wegen der Zukunft der Kinder (vgl. Ingenhorst 1997). Die Spätaussiedlerinnen weisen gleichzeitig eine starke Familien- und Berufsorientierung auf. Ihre berufliche Integration misslingt jedoch in vielen Fällen. Von daher neigen viele von ihnen dazu, auch ihre beruflichen Einbuße im Aufnahmeland mit Hilfe dieses Arguments zu rechtfertigen. Die eigenen Ansprüche der Zugehörigkeit und des Statuswechsels werden auf die Kinder verlagert oder ihnen zur Verwirklichung angetragen [5 p.165].

Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung widersprechen den Ergebnissen der Untersuchung von Schmitt-Rodermund und Silbereisen. Der Gegenstand der Untersuchung von diesen Wissenschaftlern war die Resilienz unter arbeitslosen Aussiedlern. Insbesondere stellten sie fest: „Die arbeitslosen Frauen fühlen sich ebenso gut wie die Frauen mit Arbeit“ [8, p. 295]. Sie merken außerdem an, dass „für die Frauen noch weitere Rollen als die des Ernährers der Familie zur Verfügung stehen, aus denen sich Selbstwert und Zufriedenheit schöpfen lässt“ [8, p. 295]. Unsere Untersuchung zeigt eher das Gegenteil: die von der

Arbeitslosigkeit und Dequalifizierung betroffenen Frauen zeigen Beeinträchtigungen im Wohlbefinden. Sie sind insgesamt wesentlich unzufriedener mit ihrer aktuellen Situation und pessimistischer in Bezug auf die Zukunft gestimmt als die Frauen, die entsprechend ihrem Bildungs- und Qualifikationsniveau berufstätig sind. Sie neigen auch eher dazu, die Richtigkeit ihrer Ausreiseentscheidung in Frage zu stellen.

Unsere Ergebnisse stimmen nur zum Teil mit den Ergebnissen der qualitativen Untersuchung im Rahmen des Projektes FAFRA überein. Eines der Ergebnisse der genannten Untersuchung ist, dass die Spätaussiedlerinnen im Aufnahmeland *irgendwie und auf jeden Fall* arbeiten wollen, was damit nicht nur die Akzeptanz der Dequalifizierung und/oder einer Familienorientierung bzw. eine geringe berufliche Orientierung bedeutet, sondern zugleich eine Akkulturationsform darstellt [5 p. 167]. Wir hatten bei unserer Untersuchung den Eindruck, dass eine ähnliche Einstellung eher die Spätaussiedlerinnen haben, die im Herkunftsland keinen akademischen Abschluss hatten. Die Tatsache, dass die meisten von uns befragten Akademikerinnen in Deutschland eine zusätzliche Qualifizierungsmaßnahme absolviert hatten, sei es ein Zweitstudium oder eine Weiterbildung, deutet darauf hin, dass sie ihre zwangsläufige Dequalifizierung nicht wahrhaben wollten und versucht hatten, ihre ursprüngliche berufliche Positionierung und das Qualifikationsniveau (sowie den damit verbundenen sozialen Status) auch im Aufnahmeland aufrechtzuerhalten. Auch im Falle der Frauen, die es nicht geschafft haben, entsprechend ihrem Bildungs- und Qualifikationsniveau zu arbeiten. Deshalb wäre es für uns kaum möglich über eine *Akzeptanz der Dequalifizierung* zu sprechen, denn die Verarbeitungsprozesse des beruflichen Abstieges bei den Betroffenen scheinen auch nach mehreren Jahren des Deutschlandaufenthaltes nicht abgeschlossen zu sein.

Darüber hinaus lassen die Ergebnisse der vorliegenden Studie die Vermutung zu, dass ein enger Zusammenhang zwischen dem Erfolg (oder Misserfolg) der beruflichen Integration der Frauen und deren Identitätsentwicklung besteht. Mit anderen Worten: wenn die Frauen im beruflichen Sinne keine Erfolge in Deutschland zu verzeichnen haben, unter ihrem Qualifikationsniveau arbeiten oder arbeitslos sind, neigen sie eher dazu, auf ihre berufliche Vergangenheit im Herkunftsland zurückzublicken und sich stärker mit dem Herkunftsland zu identifizieren, wo sie beruflich erfolgreich integriert waren. Es war auffallend, dass die Frauen dieser Gruppe in den erzählenden Passagen immer wieder auf ihre

Arbeitsleistungen, gutes Verhältnis zu Arbeitskollegen, soziale Aktivitäten bei der Arbeit im Herkunftsland zurückgegriffen haben.

Eines der Ziele des Projektes war die Untersuchung der Persönlichkeitsentwicklungen bei den Spätaussiedlerinnen. Es wurde festgestellt, dass die Frauenangaben selbstbewusster geworden zu sein, die in Deutschland entsprechend ihrem Bildungs- und Qualifikationsniveau tätig sind. Sie hatten im Herkunftsland einen Hochschulabschluss und haben in Deutschland noch einmal studiert. In der Pilotphase des Projektes nannten einige ExpertInnen unter den Persönlichkeitsveränderungen pauschal die Aufwertung von Frauen, Gewinn an Selbstbewusstsein und an Selbstsicherheit. Am Beispiel dieser Frauen zeigt sich, dass für die Entwicklung des Selbstbewusstseins eine erfolgreiche berufliche Integration entscheidend ist. Dabei versteht sich solche Integration als eine berufliche Tätigkeit, die dem Bildungs- und Qualifikationsniveau der Frau entspricht. Bei den unter ihrem Bildungs- und Qualifikationsniveau berufstätigen Frauen lassen sich durchaus Minderwertigkeitserscheinungen, lang anhaltende Unzufriedenheit mit der Gesamtsituation und Pessimismus feststellen. Dadurch, dass die Spätaussiedlerinnen viele Schwierigkeiten im beruflichen Eingliederungsprozess erleben müssen, bezeichnen sie eine der Persönlichkeitsentwicklungen als „härter geworden“.

Darüber hinaus lassen unsere Ergebnisse die Vermutung zu, dass die relativ problemlosen Integrationsverläufe eher bei den Spätaussiedlerinnen ohne einen akademischen Abschluss möglich sind. Einige der Befragten gaben an, sie hätten sich kaum verändert. Diese Frauen hatten in Deutschland keinen beruflichen Abstieg erlebt. Dadurch, dass eine berufliche Umstellung und Neuorientierung für sie nicht so gravierend wie im Falle der Akademikerinnen war, mussten sie wahrscheinlich keine besonderen Anpassungsstrategien entwickeln. Auch die Untersuchungsergebnisse von Graudenz /Römhild zeigen, dass die höher qualifizierten Aussiedler insgesamt enttäuschter sind; sie zeigen weniger Optimismus, fühlen sich in Deutschland fremder und haben mehr Heimweh als diejenigen mit niedrigerer Ausbildung [9, p.60].

Sieben der acht von uns interviewten Akademikerinnen waren in ihren Herkunftsländern als Lehrerinnen berufstätig. Ihre berufliche Eingliederung scheint nicht nur von außen kompliziert zu sein. Keine von ihnen konnte in Deutschland ihren Beruf ausüben, eine Neuorientierung und berufliche Umstellung war für sie unumgänglich. Hier ist es anzumerken, dass ein Lehrerberuf in der ehemaligen Sowjetunion nicht nur

als ein Beruf, sondern vielfach als eine Berufung angesehen wird. Ein guter Lehrer/eine gute Lehrerin kann insbesondere folgendermaßen beschrieben werden: „eine angeborene Lehrerin“, „ein Lehrer mit Herz und Seele“, „Naturtalent“. Dasselbe gilt für den Arztberuf. Es ist davon auszugehen, dass das jahrelange Ausüben des Lehrerberufes auch die Persönlichkeit des Lehrers stark beeinflusst, die Arbeit mit den Kindern wird zu einem sehr wichtigen Teil des Lebens, man schöpft eine Zufriedenheit daraus, diese gesellschaftlich hochangesehene Aufgabe zu erfüllen, eine große Autorität zu genießen, von den Schülern und Kollegen hochgeschätzt und respektiert zu sein. Das Ausüben des Lehrerberufes rief in der Regel eine starke Identifizierung der jeweiligen Person mit dem Beruf hervor. Von daher war das Bestreben der ehemaligen Lehrerinnen, eine Arbeit im pädagogischen Bereich in Deutschland zu finden, für uns sehr gut nachvollziehbar. Es handelte sich dabei nicht nur um eine berufliche Eingliederung entsprechend dem Bildungs- und Qualifikationsniveau, es ging viel mehr um das Sich-Selbst-Wiederfinden im persönlichen Sinne. Da jedoch die frühere Berufsposition für die ausgesiedelten Lehrerinnen im Aufnahmeland aus vielerlei Gründen unmöglich ist, bedeutet es offenbar langfristige Folgen für ihr Wohlbefinden und das Selbstwertgefühl, denn der Lehrerberuf hat eine sehr große Rolle in ihrem Lebenskonzept gespielt. Auch die Untersuchung von Schafer und Schenk zeigt, dass insbesondere Spätaussiedler mit langer Berufserfahrung im Herkunftsland, die sich darüber hinaus nach wie vor stark mit ihrem Beruf identifizieren, können die Nicht-Anerkennung nur schwer akzeptieren und verarbeiten. Die damit verbundene Abwertung der Erfahrung wird als verweigerte gesellschaftliche Anerkennung in Bezug auf eine gesamte Lebensphase empfunden [4, p. 112].

Mehrere Interviewten sind mit der Zeit verschlossener geworden und hatten insgesamt viel weniger Kontakte als im Herkunftsland. Dies spiegelt die allgemein bekannte Situation wider, dass die Spätaussiedler sich im Laufe ihres Aufenthalts in Deutschland immer stärker zurückziehen. Die starke Isolationstendenz entsteht zum Teil aus dem Übersiedlungsschock. Eine wichtige Rolle spielt das falsche Deutschlandbild der Spätaussiedler im Vorfeld ihrer Ausreise und die Ernüchterung durch die Realität, was Enttäuschungen hervorruft. Sie ziehen sich auf die Familie zurück, versuchen, deren Struktur zu retten, reduzieren ihre eigenen Erwartungen auf ein Minimum (vgl. Ingenhorst 1997). Nach Dembon resultieren Rückzug und Vereinzelung von Spätaussiedlern u.a. aus der Beibehaltung bestimm-

ter Verhaltensgepflogenheiten, die denen einer vergangenen Lebensweise eher entsprachen, als den Anforderungen einer gegenwärtigen Situation und Lebensweise [3, p.150].

Die Auswahl der Interviewten im Rahmen der Studie war mehr oder weniger dem Zufall überlassen. Wir hatten mit erfolgreich beruflich integrierten Frauen gesprochen und mit Frauen, die unter ihrem Bildungsniveau arbeiten oder arbeitslos sind. Es ist uns klar geworden, dass sich hinter dem beruflichen Abstieg der Spätaussiedlerinnen massive Konfliktpotentiale und Schwierigkeiten verbergen, was die Gesamtsituation und Wohlbefinden der Frauen und deren Familien langfristig beeinflusst. Von daher sind wir der Meinung, dass die Thematik des Forschungsprojektes nicht nur für die wissenschaftliche Diskussion (Migrationsforschung, Integrationsdebatte und Identitätstheorie etc.), sondern auch für Hilfepraxis der Aussiedlerarbeit (z.B. Prävention, Fortbildung und Professionalisierung des pädagogischen Personals usw.) als relevant angesehen werden muss.

Literatur

1. Herwartz-Emden, Leonie (1995). *Mutterschaft und weibliches Selbstkonzept: eine interkulturell vergleichende Untersuchung*. Weinheim: Juventa-Verlag.
2. Westphal, Manuela (2003): *Familiäre und berufliche Orientierungen von Aussiedlerinnen*, in Klaus J. Bade u. Jochen Oltmer (Hrsg.): *Aussiedler: deutsche Einwanderer aus Osteuropa* (p. 127-149). IMIS-Schriften Bd. 8. 2. Aufl. Göttingen: V&R unipress Verlag mit Universitätsverlag Osnabrück.
3. Dembon, Gerold; Hoffmeister, Dieter; Ingenhorst, Heinz. (1994). *Fremde Deutsche in deutscher Fremde: Integrationsprobleme von Aussiedlern im kommunalen Raum*. Regensburg: Roderer.
4. Schafer, Andrea / Schenk, Liane (1995): „Wir konnten doch lernen, wir haben Zeit“. Ergebnisse einer qualitativen Befragung, in: Andrea Schafer & Liane Schenk & Günter Kühn (Hrsg.): *Arbeitslosigkeit, Befindlichkeit und Bildungsbereitschaft von Aussiedlern: eine empirische Studie* (p. 39-149). Frankfurt am Main; Berlin; Bern; New York; Paris; Wien: Lang.
5. Westphal, Manuela (1997). *Aussiedlerinnen – Geschlecht, Beruf und Bildung unter Einwanderungsbedingungen*. Bielefeld: Kleine.
6. Mayring, Philipp (1993). *Einführung in die qualitative Sozialforschung. Eine Anleitung zu qualitativem Denken*. 2. überarb. Aufl., Weinheim: Psychologie Verlags Union.
7. Dietz, Barbara (1996). *Jugendliche Aussiedler. Ausreise, Aufnahme und Integration*. Berlin: Berlin Verlag.
8. Schmitt-Rodermund, Eva / Silbereisen, Rainer K. (1999): *Gute Miene zum bösen Spiel: Resilienz unter arbeitslosen Aussiedlern*, in: Rainer K. Silbereisen & Ernst-Dieter Lantermann & Eva Schmitt-Rodermund (Hrsg.): *Aussiedler in Deutschland: Akkul-*

turation von Persönlichkeit und Verhalten (p. 277 – 299). Opladen: Leske + Budrich.

9. Graudenz, Ines / Römhild, Regina (1996): Grenzerfahrungen. Deutschstämmige Migranten aus Polen und der ehemaligen Sowjetunion im Vergleich, in: Ines Graudenz & Regina Römhild (Hrsg.). Forschungsfeld Aussiedler: Ansichten aus Deutschland (p. 29-68). Frankfurt am Main; Berlin; Bern; New York; Paris; Wien: Lang.

Frik Olga W. (Russland, Omsk) – Dr. phil, Dozentin am Lehrstuhl "Geisteswissenschaften" an der Omsker Filiale der Finanzuniversität. e-mail: OVFrik@fa.ru

Griese, Hartmut M. (Russland, Omsk) – Professor, Dr. habil. (emer), Institut für Soziologie, Leibniz-Universität Hannover (Germany, Hannover).

Kovalev Alexander I., Dr. phil. habil., Professor am Lehrstuhl „Ökonomie, Management und Marketing“ an der Omsker Filiale der Finanzuniversität. E-Mail: AlKovalev@fa.ru

ОБРАЗОВАНИЕ И ПРОФЕССИЯ В МИГРАЦИОННОМ ПРОЦЕССЕ

О.В. Фрик¹, Х. Гризе², А.И. Ковалев¹

¹ Омского филиала Финансового университета при Правительстве Российской Федерации;

² Институт социологии, Университет им. Лейбница (Германия, г. Ганновер).

Аннотация: В последние десятилетия сотни тысяч этнических немцев переехали в Германию

из стран Восточной Европы. Среди них самую многочисленную группу составляют переселенцы из государств бывшего Советского Союза. Миграционный процесс оказывает существенное влияние на профессиональную биографию переселенцев. Речь идет о процессах профессиональной девалидации мигрантов. В центре внимания авторов статьи профессиональная биография женщин-поздних переселенцев и ее влияние на процессы личностного развития и формирования идентичности.

Ключевые слова: миграция, образование, интеграция.

Фрик Ольга Владимировна (Россия, г. Омск) – кандидат философских наук, доцент кафедры «Общественные науки» Омского филиала Финансового университета при Правительстве Российской Федерации (644043 г. Омск, ул. Партизанская, 6, e-mail: OVFrik@fa.ru).

Гризе, Хартмут Мартин (Германия, г. Ганновер) – доктор наук, профессор, Институт социологии, Университет им. Лейбница (Германия, г. Ганновер).

Ковалев Александр Иванович (Россия, г. Омск) – доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры «Экономика, менеджмент и маркетинг»; Омского филиала Финансового университета при Правительстве Российской Федерации (644043 г. Омск, ул. Партизанская, 6, e-mail: AlKovalev@fa.ru).

Требования по оформлению рукописей, направляемых в научный рецензируемый журнал “Вестник СибАДИ”

Для публикации принимаются рукописи по направлениям: **Транспорт. Транспортные и технологические машины; Строительство. Строительные материалы и изделия; Математическое моделирование. Системы автоматизации проектирования; Экономика и управление.**

Рукопись должна быть оригинальной, не опубликованной ранее в других печатных изданиях, написана в контексте современной литературы, обладать новизной и соответствовать профилю журнала. Автор отвечает за достоверность сведений, точность цитирования и ссылок на официальные документы и другие источники. Редакция принимает на себя обязательство ограничить круг лиц, имеющих доступ к присланной в редакцию рукописи, сотрудниками редакции, членами редколлегии, а также рецензентами данной работы.

1. Заголовок. На первой странице указываются: индекс по универсальной десятичной классификации (УДК) (размер шрифта 10 пт) – слева в верхнем углу; Далее по центру полужирным шрифтом размером 12 пт прописными буквами печатается название статьи, ниже обычным шрифтом (12 пт.) – инициалы, фамилия автора, место работы и наименование города и страны.

Заглавие авторского материала, поступающего в редакцию, на русском и английском языках, должно быть адекватным его содержанию и по возможности кратким.

2. Аннотация. Статья должна иметь развернутую аннотацию (не менее 500 символов) на русском и английском языках. Начинается словом «**Аннотация**» с прописной буквы (шрифт полужирный, курсив, 10 пт); точка; затем с прописной буквы текст (курсив, 10 пт). Аннотация не должна содержать ссылки на разделы, формулы, рисунки, номера цитируемой литературы.

3. Ключевые слова размещаются после аннотации, на русском и английском языках (не более 5 семантических единиц).

4. Содержание научной (практической) статьи должны включать:

- **вводную часть**, где автором обосновывается актуальность темы и целесообразность ее разработки, определяются цель и задачи исследования;

- **основную часть статьи**, разделенную на поименованные разделы, где автором на основе анализа и синтеза информации раскрываются процессы и методы исследования проблемы и разработки темы, подробно приводятся результаты проведенного исследования;

- **заключительная часть**, где автором формулируются выводы, даются рекомендации, раскрываются результаты исследования, содержащие научную новизну, указываются возможные направления дальнейших исследований.

По тексту обязательны **ссылки на источники информации** оформляются числами, заключенными в квадратные скобки (например [1]). Библиографические описания оформляются в соответствии с ГОСТ 7.1-2003 и тщательно выверяются. Если ссылка на источник информации в тексте статьи повторяется, то повторно в квадратных скобках указывается его номер из списка (без использования в библиографическом списке следующего порядкового номера и ссылки «Там же»). В случае, когда ссылаются на различные материалы из одного источника, в квадратных скобках указывают каждый раз еще и номер страницы, например, [1, с. 17] или [1, с. 28–29].

5. Библиографический список. Печатается по центру ниже основного текста и через строку помещается пронумерованный перечень источников в порядке ссылок по тексту. Желательно, чтобы для статьи объемом в 5-7 страниц количество ссылок в библиографическом списке было не менее 8. Отсутствие необоснованного самоцитирования: доля ссылок на статьи авторов рукописи, изданные ранее, не должно превышать 25% от общего количества ссылок.

6. Библиографический список на латинице (References).

7. Информация об авторах (на русском / английском языке) Места работы всех авторов, их должности и контактная информация (если есть электронные адреса, обязательно указать их).

Правила оформления рукописи:

Объем рукописи должен быть не менее **5 страниц** и не должен превышать **7 страниц, включая таблицы и графический материал**. Рукопись должна содержать не более 5 рисунков и (или) 5 таблиц. Количество авторов не должно превышать четырех. Формат А4, шрифт "Arial" (10 пт), отступ первой строки 0,6 см, межстрочный интервал одинарный.

Поля: верхнее – 3,5 см, остальные – по 2,5.

Основной текст рукописи набирается шрифтом 10 пт.

Все сокращения при первом употреблении должны быть полностью расшифрованы, за исключением общепринятых терминов и математических величин.

Информация о грантах приводится в виде сноски в конце первой страницы статьи.

Формулы необходимо набирать в редакторе формул **Microsoft Equation**. Перенос формул допускаются на знаках «плюс» и «минус», реже – на знаке «умножение». Эти знаки повторяются в начале и в конце переноса. Формулы следует нумеровать (нумерация сквозная по всей работе арабскими цифрами). Номер формулы заключают в круглые скобки у правого края страницы.

Рисунки, схемы и графики предоставляются в электронном виде включенными в текст, в стандартных графических форматах с обязательной подрисовочной подписью, и отдельными файлами с расширением (**JPEG, GIF, BMP**). Должны быть пронумерованы (Таблица 1 – Заголовок, Рис. 1. Наименование), озаглавлены (таблицы должны иметь заглавие, выравнивание по левому краю, а иллюстрации – подрисовочные подписи, выравнивание по центру). В основном тексте должны содержаться лишь ссылки на них: **на рисунке 1.....**,

Рисунки и фотографии должны быть ясными и четкими, с хорошо проработанными деталями с учетом последующего уменьшения. При представлении цветных рисунков автор должен предварительно проверить их качество при использовании черно-белой печати.

Таблицы предоставляются в редакторе Word.

Отсканированные версии рисунков, схем, таблиц и формул не допускаются.

В редакцию необходимо предоставить следующие материалы:

- текст рукописи на русском языке в электронном и бумажном виде. (в редакторе Microsoft Office Word 2003 – шрифт "Arial" (10 пт), отступ первой строки 0,6 см, межстрочный интервал одинарный. с подписью авторов, с фразой: **«статья публикуется впервые» и датой;**

- **регистрационную карту автора:** фамилия, имя, отчество (полностью), ученая степень, ученое звание, должность, название организации, служебный адрес, телефон, e-mail;

- **рецензию специалиста с ученой степенью** по тематике рецензируемого материала. Рецензия должна быть заверенная в отделе кадров той организации, в которой работает рецензент;

- **экспертное заключение** о возможности опубликования в открытой печати;

- **лицензионной договор** между ФГБОУ ВПО «СибАДИ» и авторами;

- **справку о статусе** / месте учебы (если автор является аспирантом).

Решение о принятии к публикации или отклонении рукописи принимается редколлегией.

Редакция направляет авторам статьи, требующих доработки, письмо с текстом замечаний. Доработанная статья должна быть представлена в редакцию не позднее **двух недель**. К доработанной статье должно быть приложено письмо от авторов, содержащее ответы на все замечания и указывающее все изменения, сделанные в статье.

К публикации в одном номере издания принимается не более одной статьи одного автора.

Редакция сохраняет за собой право производить литературную редакцию и коррекцию материалов в соответствии с требованиями современного русского языка и стилем издания без согласования с автором (-ами). При необходимости более серьезных исправлений правка согласовывается с автором (-ами) или статья направляется автору (-ам) на доработку.

Название файлов должно быть следующим: «Статья_Иванова_АП», «Рисунки_Иванова_АП», «РК_Иванова_АП», «РФ_ст_Иванова_АП»

Статьи, направляемые в редакцию, без соблюдения выше перечисленных требований, не публикуются.

Контактная информация:

e-mail: Vestnik_Sibadi@sibadi.org;

Почтовый адрес: 644080, г. Омск, просп. Мира. 5. Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия. Редакция научного рецензируемого журнала

«Вестник СибАДИ»,

патентно-информационный отдел – каб. 3226.

Тел. (3812) 65-23-45,

Выпускающий редактор «Вестника СибАДИ» - Куприна Татьяна Васильевна

Поступившие в редакцию материалы не возвращаются.

Гонорары не выплачиваются.

Статьи аспирантов публикуются бесплатно.

Информация о научном рецензируемом журнале «Вестник СибАДИ» размещена на сайте: <http://vestnik.sibadi.org>