

**НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ СЕТЕВОЙ  
ЭЛЕКТРОННЫЙ ЖУРНАЛ**



**СИБАДИ®**



**№ 4 (16) 2018**

**ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ  
СТРОИТЕЛЬСТВА**

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет  
(СибАДИ)»

# **ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ СТРОИТЕЛЬСТВА**

Журнал учрежден ФГБОУ ВО «СибАДИ» в 2014 г.  
Зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи,  
информационных технологий и массовых коммуникаций  
(Роскомнадзор)

Эл. № ФС77- 70353 от 13 июля 2017 г.

Периодичность 4 номера в год.

Предназначен для информирования научной общественности  
о новых научных результатах, инновационных разработках  
профессорско-преподавательского состава, докторантов,  
аспирантов и студентов, а также ученых других вузов.

Выпуск 4 (16)

декабрь 2018 г.

Дата опубликования: 24.12.2018.

© ФГБОУ ВО «СибАДИ», 2018

## ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ СТРОИТЕЛЬСТВА

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет (СибАДИ)»  
Техника и технологии строительства  
Научно-практический сетевой электронный журнал. Издаётся с 2015 г., Выходит 4 раз в год

<http://ttc.sibadi.org/>  
№ 4 (16)  
дата выхода в свет 24.12.2018

*Главный редактор Жигadlo А.П.*, д-р пед. наук, канд. техн. наук, доц., ректор ФГБОУ ВО «СибАДИ».  
*Зам. главного редактора Корчагин П.А.*, д-р техн. наук, проф., проректор по научной работе ФГБОУ ВО «СибАДИ».

### **Редакционная коллегия:**

**Глотов Б.Н.**, д-р техн. наук, профессор Карагандинского государственного технического университета, Республика Казахстан, г. Караганда.

**Ефименко В.Н.**, доктор технических наук, декан факультета «Дорожное строительство», зав. кафедрой «Автомобильные дороги» ФГБОУ ВО «Томский государственный архитектурно-строительный университет», г. Томск.

**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, профессор, г. Астана, Казахстан.

**Исаков А.Л.**, доктор технических наук, профессор ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет путей сообщения (СГУПС)», г. Новосибирск.

**Карпов В.В.**, д-р экон. наук, проф., Председатель ОНЦ СО РАН, г. Омск.

**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, профессор, ФГБОУ ВО «СибАДИ», г. Омск.

**Миллер А.Е.** д-р экон. наук, профессор ОмГУ им. Ф.М. Достоевского, г. Омск.

**Мочалин С.М.**, д-р техн. наук, профессор, ФГБОУ ВО «СибАДИ», г. Омск.

**Насковец М.Т.**, канд., техн., наук, УО «Белорусский государственный технологический университет», Республика Беларусь, г. Минск.

**Псаринос Бэзил**, доктора инженерных наук, профессор Национального технического университета, г. Афины, Греция.

**Щербаков В.С.**, д-р техн. наук, профессор, ФГБОУ ВО «СибАДИ».

*Editor-in-Chief – Zhigadlo A.P.*, doctor of pedagogical sciences, candidate of technical sciences, associate professor, rector, FSBEI HE «SibADI».

*Deputy editor-in-chief – Korchagin P.A.*, doctor of technical sciences, professor, pro-rector for scientific research FSBEI HE «SibADI»

### **Members of the editorial board:**

**Glotov B.N.**, doctor of technical sciences, professor, Karaganda State Technical University, Karaganda, Kazakhstan.

**Efimenko V. N.**, doctor of technical sciences, dean of faculty «Road construction», department chair «Highways», Tomsk State University of Architecture and Building, Tomsk.

**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.

**Isakov A.L.**, doctor of technical sciences, professor, Siberian State University of Means of Communication (SSUMC), Novosibirsk.

**Karpov V.V.**, doctor of Economics, professor, the chairman of the Omsk scientific center of The Russian Academy of Sciences' Siberian branch.

**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, FSBEI HE «SibADI», Omsk.

**Miller A.E.**, doctor of economic sciences, professor OMGU of F.M. Dostoyevsky, Omsk.

**Mochalin S.M.**, doctor of technical sciences, professor, FSBEI HE «SibADI», Omsk.

**Naskovets M.T.**, candidate of the technical science, YO «Belarusian State Technological University», Minsk, Belarus.

**Psarianos Basil**, Dr-Ing., professor Natl Technical University, Athens, Greece.

**Shcherbakov V.S.**, doctor of technical sciences, professor, FSBEI HE «SibADI», Omsk.

Учредитель ФГБОУ ВО «СибАДИ».

**Адрес учредителя:** 644080, г. Омск, пр. Мира 5

Свидетельство о регистрации ЭЛ № ФС77-70353 от 13 июля 2017 г. выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор). С 2015 года представлен в Научной Электронной Библиотеке [eLIBRARY.RU](http://elibrary.ru) и включен в **Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)**.

**Редакционная коллегия** осуществляет экспертную оценку, рецензирование и проверку статей на плагиат.

**Редактор Куприна Т.В.**

**Адрес редакции журнала** 644080, г. Омск, пр. Мира, 5

Тел. (3812) 65-88-30. e-mail: [ttc.sibadi@yandex.ru](mailto:ttc.sibadi@yandex.ru)

Публикация статей произведена с оригиналов, подготовленных авторами

© ФГБОУ ВО «СибАДИ», 2018

## СОДЕРЖАНИЕ

### РАЗДЕЛ I НАЗЕМНЫЙ ТРАНСПОРТ

**А.М. Баткин, Д.А. Гончаренко**

Формирование заданных эксплуатационных свойств высоконагруженных деталей машин при восстановлении

**Д.А. Гамалий, А.А. Байбисенова**

Гидрообъемное рулевое управление транспортного средства

**Л.Н. Тышкевич, М.А. Ступникова**

Обоснование перспективы эксплуатации автомобилей с гибридной силовой установкой

### РАЗДЕЛ II ЭКОНОМИКА

**А.С. Байда, Е.А. Байда, В.А. Стреленко**

Оценка качества строительной продукции

УДК.621.797

## ФОРМИРОВАНИЕ ЗАДАНЫХ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ ВЫСОКОНАГРУЖЕННЫХ ДЕТАЛЕЙ МАШИН ПРИ ВОССТАНОВЛЕНИИ

**А.М. Баткин, Д.А. Гончаренко**

ФГБОУ ВО «СибАДИ», Омск, Россия

**Аннотация.** Одной из задач ремонта машин и механизмов является восстановление работоспособности изношенных деталей. На основе выполненных исследований в статье приведены исходные данные для проектирования технологических процессов восстановления деталей в нетрадиционных условиях, когда такие детали имеют дефекты, связанные с нарушением сплошности. Приведен алгоритм разработки указанного технологического процесса. Названа область применения этого процесса.

**Ключевые слова:** высоконагруженные детали, эксплуатационные свойства, дефекты, нарушения сплошности, технология восстановления, алгоритм, область применения.

Одной из задач при проектировании процессов восстановления деталей машин и механизмов является минимизация размеров наносимых и снимаемых слоев с учетом обеспечения требований к детали после ее восстановления. Для решения указанной задачи ранее был разработан ряд методов расчета технологических размерных цепей применительно к условиям восстановления [1].

Дополнения к указанным методам доработаны с учетом вариантов восстановления деталей, у которых выявлены нарушения сплошности материала поверхностного слоя в виде забоин, расслоений, царапин, коррозионных и усталостных трещин.

Наибольшую сложность представляет процесс восстановления деталей с последними указанными дефектами 1, 2, 3. Восстановление поверхностей, имеющих трещины, предусматривает расшивку трещин с их последующей наплавкой. Однако данных по определению границ такой расшивки недостаточно.

Для определения напряженного состояния тела из упругопластичного материала может быть использована зависимость [2]

$$\sigma_{ij} = \frac{K_s}{\sqrt{2\pi r}} f_{Sij}(\theta) \quad , \quad (1)$$

где  $f_{Sij}$  - известные функции расчетной точки тела с координатами  $r$  в  $\theta$  полярной системе координат с началом в конце трещины;

$K_s$  - коэффициенты интенсивности напряжений, зависящие от геометрии тела и трещины, а также от значения распределения нагрузки;

$S$  - индекс для деформации, когда  $S = I$  соответствует нормальному раскрытию трещины,  $S = II$  - поперечному,  $S = III$  продольному сдвигу, поверхностей трещин;

$i, j$  - индексы координатных осей.

Судя по зависимости (1), наибольшие напряжения имеют место при  $r \rightarrow 0$ , т. е. у вершины трещины. В этом месте и формируются первые пластические деформации, по примеру которых возникает фронт упругих деформаций.

Отдельные представления о развитии пластических зон у фронта трещины представлены на рис. 1.

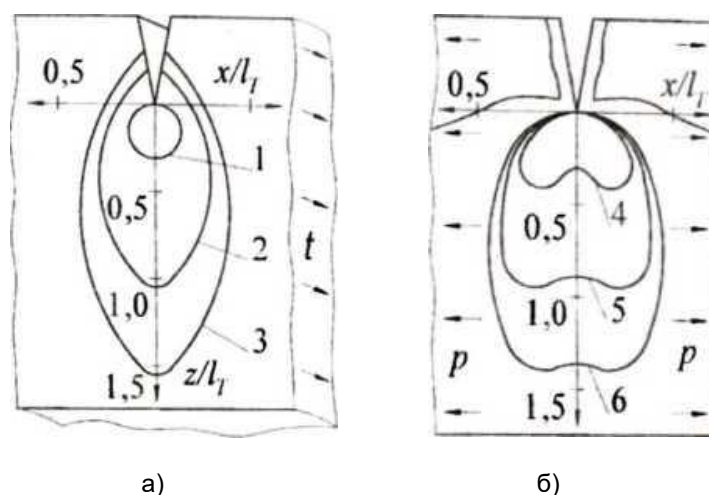


Рис. 1. Зоны пластических деформаций при разных схемах нагружения:

а - при продольном сдвиге; 1 - в идеально пластическом материале; 2, 3 - в упрочняющемся материале при соотношениях  $\tau / \tau_T$  - 0,6 и 0,8 соответственно; б - в растягиваемой пластине в идеально пластическом материале; 5, 6, 7 в упрочняющемся материале при соотношениях  $\rho / \sigma_T$  - 0,6, 0,8 и 1,13, соответственно

Получены данные по формированию границ зоны материала на фронте распространения трещины, находящегося в состоянии предразрушения (ЗП) или близкого к этому.

На основе зависимости (1) и схемы, представленной на рис. 1, предложена методика определения границ удаляемого материала в окрестностях трещины, которая предусматривает:

- определение границ ЗП упрочняющихся материалов измерением микротвердости очага деформации;
- определение границ удаляемого материала с учетом погрешностей измерения параметров размерной обработки.

После определения границ зоны удаляемого материала определяют геометрические характеристики расшивки трещины, которые должны удовлетворять следующим условиям:

- гарантированное удаление материала, находящегося в ЗП;
- соответствие условиям формирования сварных швов в полости расшивки трещины.

По сравнению с изложенным выше иное проявление в эксплуатации и отличающаяся технология восстановления соответствуют деталям типа «шток» гидравлических и пневматических устройств с дефектами в виде продольных царапин, задигов, забоин. Схема дефекта поверхностного слоя в виде царапины приведена на рис. 2. Глубина царапины составляла  $h_{ц} = 0,3-1,0$  мм, высота валика при этом  $h_{в} = (0,3-0,5) h_{ц}$ . Влияние царапин на конструкционную прочность указанных деталей не выявлено. Однако потеря эксплуатационных свойств детали при работе со смежной деталью, которой является уплотняющий элемент из эластичного материала, приводит к потере гидроплотности соединения на рабочем режиме [3].

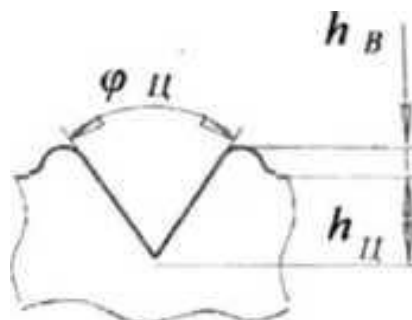


Рис. 2. Дефект поверхностного слоя в виде царапины

## НАЗЕМНЫЙ ТРАНСПОРТ

Решение задач восстановления таких деталей включало:

- зачистку царапин от загрязнений;
- заполнение полости царапины восстановительным материалом до уровня боковых валиков;
- шлифование детали с удалением валиков по краям царапины, а также припуска нанесенного материала и защитного покрытия на восстанавливаемой поверхности;
- нанесение нового защитного покрытия.

Для заполнения полости царапин был использован способ электрохимико- механической обработки (ЭХМО) [4].

Назначение условий нанесения материала восстановительного слоя ЭМХО проводили с учетом известных разработок [5,6]. Схема нанесения материала восстановительного слоя с использованием этого метода представлена на рис. 3.

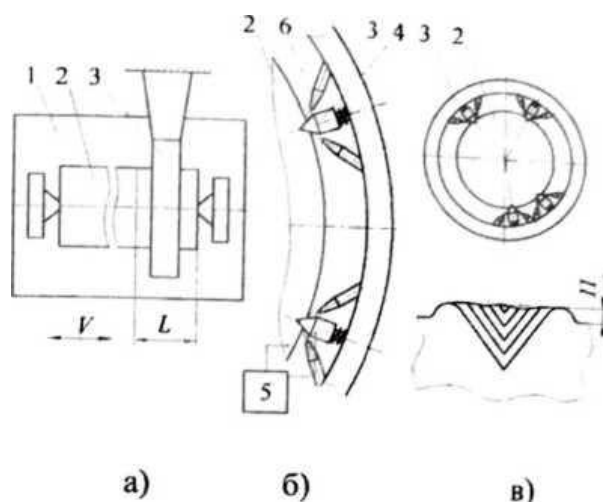


Рис. 3. Схема нанесения материала восстановительного слоя при устранении дефектов типа «царапина» при восстановлении штоков: а - расположение обрабатываемой детали и многопозиционного анода-инструмента; б - взаимное расположение рабочих поверхностей анода-инструмента и детали; в - сечение царапины с условно выделенными нанесенными слоями; 1 - стол плоскошлифовального станка; 2 - восстанавливаемая деталь; 3 - многопозиционный анод-инструмент; 4 - подпружиненный сменный рабочий элемент анода инструмента; 5 - источник технологического тока; 6 - подача ионообразующей жидкости

Условия обработки обоснованы минимизацией зоны термического влияния на материал основы.

Наличие на поверхности деталей дефектов в виде царапин и борозд, расположенных преимущественно в осевом направлении, снижает работоспособность по следующим условиям:

- по причинам потери гидроплотности пары «шток-уплотнительное устройство»;
- за счет уменьшения площади поперечного сечения детали, вызывающего уменьшение коэффициента запаса прочности на растяжение и коэффициента запаса прочности на устойчивость при сжатии.

При восстановлении деталей с такими дефектами принято, что площадь поперечного сечения штока, работающего на растяжение или сжатие, не восстанавливается. Задачами этого восстановления являются.

- обеспечение необходимой гидроплотности штока в паре со смежной деталью;
- создание необходимых характеристик сцепления наносимого восстановительного слоя с основой;
- формирование заданных эксплуатационных свойств материала поверхностного слоя.

Обобщенный алгоритм подготовки исходных данных для технологических процессов восстановления деталей приведен на рис. 4.

# НАЗЕМНЫЙ ТРАНСПОРТ

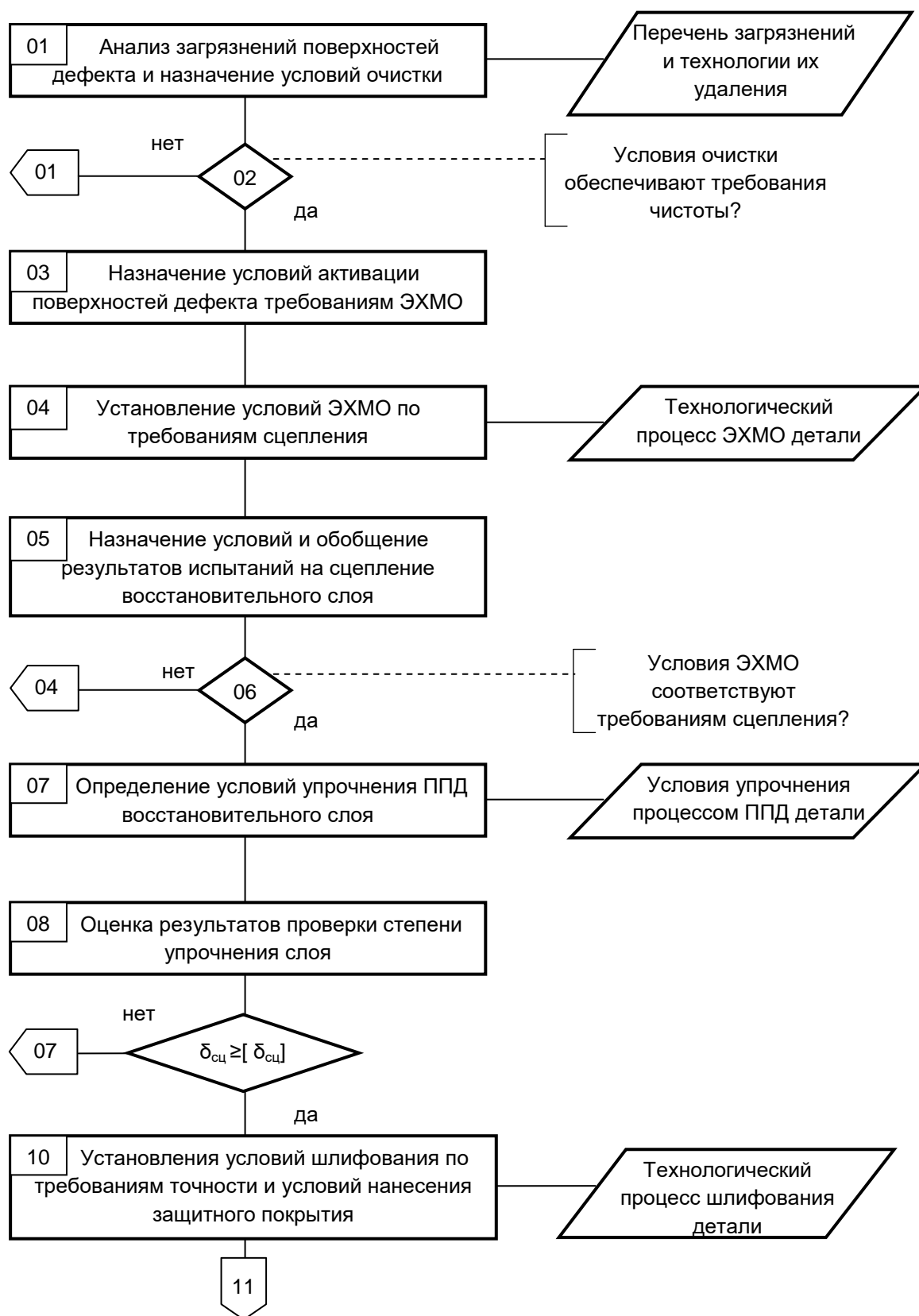


Рис. 4. Алгоритм (неформализованный) подготовки базовых данных для проектирования технологического процесса восстановления деталей



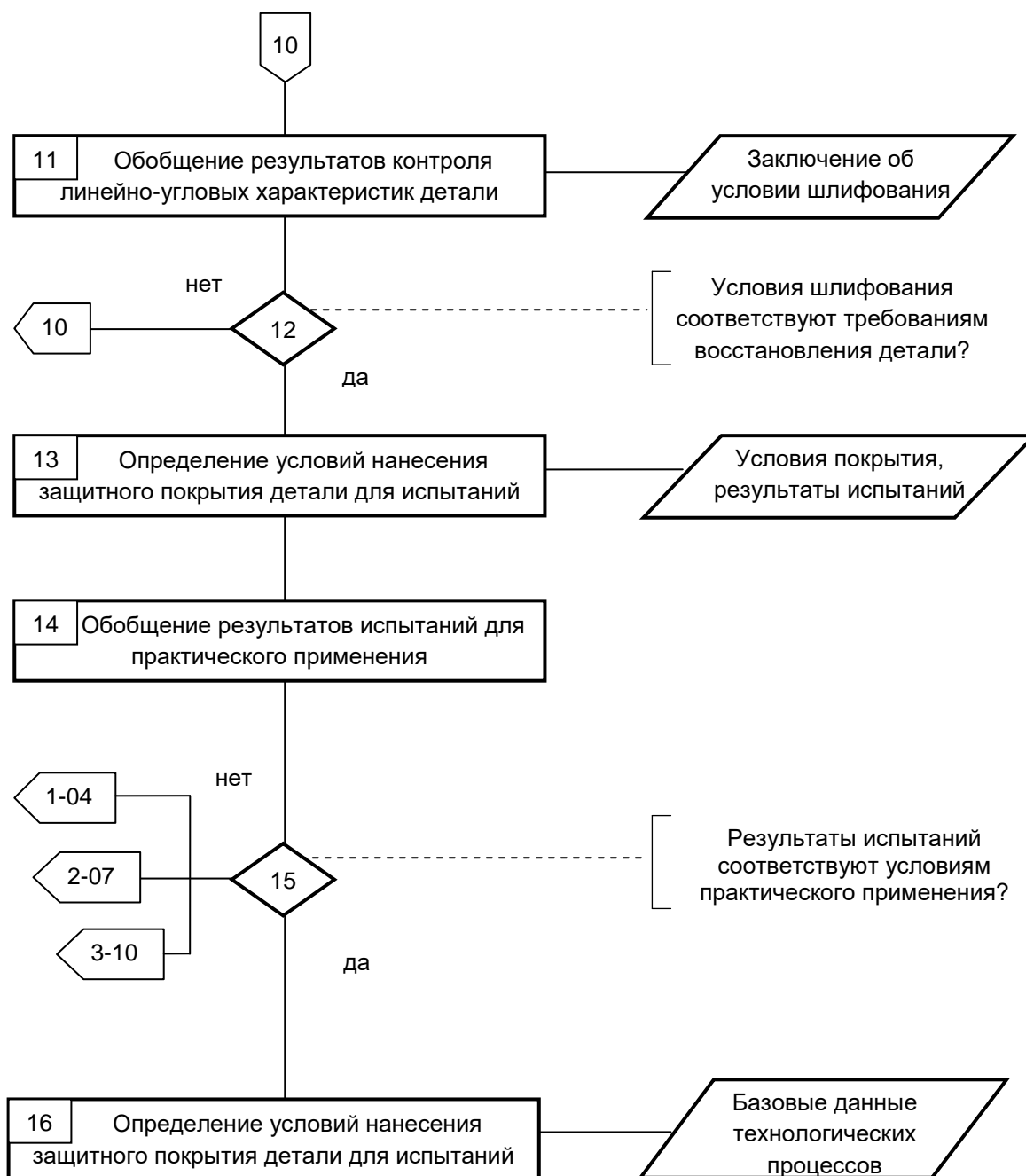


Рис. 4. Алгоритм (неформализованный) подготовки базовых данных для проектирования технологического процесса восстановления деталей (продолжение)

В соответствии с блоком 1 алгоритма нанесению восстановительного слоя на поверхности дефекта предшествует обеспечение требований промышленной чистоты этих поверхностей в соответствии с действующими стандартами (ГОСТ 17216-2001, ГОСТ 12.1.005-76 и другие). Соответствие поверхностей дефекта требованиям промышленной чистоты создает условия формирования заданной прочности сцепления наносимого восстановительного слоя.

Повышение эксплуатационных свойств нанесенного восстановительного слоя может быть обеспечено его упрочнением поверхностным пластическим деформированием (наклепом ППД). Такое упрочнение предусматривает блок 7. Характеристики процесса упрочнения приведены в таблице 1.

# НАЗЕМНЫЙ ТРАНСПОРТ

Таблица 1 – Характеристики упрочнения

Исходные и промежуточные характеристики	Выходные характеристики
Размеры и форма инструмента Сила нагружения Площадь контакта инструмента с обрабатываемой поверхностью Упругие и пластические деформации материала поверхностного слоя Кратность нагружения Вид нагружения: статический, ударный	Глубина наклепа поверхностного слоя Максимальная величина наклёпа Градиент наклепа материала по глубине поверхностного слоя Изменение шероховатости от начальной до окончательной Время обработки Продолжительность сохранения наклепа в эксплуатации

Количественную оценку наклёпа (деформационного упрочнения) проводят на основании измерения микротвердости малых (микроскопических) объемов материала поверхностного слоя с 300-500-кратным увеличением. Измерение микротвердости проводят с помощью специального серийного выпускаемого прибора мод. ПМТ-3 по методу, регламентированному ГОСТ 9450-76. Прибор оснащен оптической системой, позволяющей под микроскопом выбирать на объекте точку измерения и после нанесения отпечатка алмазной пирамидой измерять величину этого отпечатка.

Глубина наклепа поверхностного слоя  $h_n$  соответствует расстоянию от поверхности объекта до точек измерения микротвердости, где её величина не изменяется и соответствует микротвердости сердцевины.

Степень наклёпа в процентах определяется зависимостью

$$U_n = \frac{H_{max} - H_{исх}}{H_{исх}} = \frac{\Delta H}{H_{исх}} \cdot 100, \quad (2)$$

где  $H_{max}$  и  $H_{исх}$  - максимальная и исходная (в сердцевине) микротвердость объемов поверхностного слоя.

Градиент наклепа отражает интенсивность изменения наклёпа по глубине поверхностного слоя и определяется по формуле

$$U_r = \frac{H_{max} - H_{исх}}{h_n} = \frac{\Delta H}{h_n}. \quad (3)$$

Для оценки характеристик наклёпа используют также методы рентгеноструктурного анализа и другие методы.

Общее представление об изменении механических свойств материала поверхностного слоя после обработки ППД можно получить из рис. 5. При статическом нагружении повышается твердость и предел прочности в 1,5-1,8 раза.

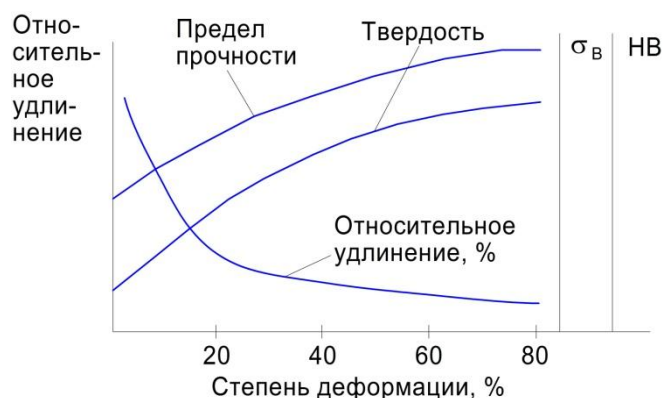


Рис. 5. Закономерности изменения механических свойств материала поверхностного слоя после обработки ППД.

При определенных допущениях зависимость между глубиной слоя с наклепом  $h$  и силой нагружения  $P$  может быть описана зависимостью

$$h = K \cdot \sqrt{P/2\sigma_m}, \quad (4)$$

где  $K$  – коэффициент вида нагружения;  $\sigma_T$  – предел текучести материала детали.

После нанесения защитного покрытия, например, хромированием (блок 13 алгоритма), не выявлено случаев ухудшения эксплуатационных свойств восстановленных участков деталей по сравнению с участками вновь изготовленных деталей.

Форма площади поперечных сечений поверхностей царапин, рисок, забоин и подобных дефектов в общем случае представляет ломаную линию с множеством вариантов конфигурации. Эти площади сечений предложено рассчитывать исходя из условий их геометрического моделирования, как это показано в таблице 2.

Таблица 2 – Геометрическое моделирование дефектов.

Геометрическая модель дефекта	Площадь поперечного сечения	Геометрическая модель дефекта	Площадь поперечного сечения
Прямоугольник	$a \cdot b$	Сектор	$\frac{\pi \cdot r^2 \cdot n^\circ}{360}$
Трапеция	$\left(\frac{a+b}{2} \cdot h\right)$	Любой треугольник	$\frac{a \cdot b \cdot \sin C}{2}$
Равнобедренный треугольник	$\frac{a \cdot \sqrt{b^2 - \frac{a^2}{4}}}{2}$	Сегмент	$\frac{\pi \cdot r^2 \cdot n^\circ}{360} - \frac{a \cdot \sqrt{b^2 - \frac{a^2}{4}}}{2}$

Примечания:  $a, b, h$  стороны фигуры и ее высота, мм;  $C$  - угол против соответствующей стороны  $c, ^\circ$ ;  $r$  - радиус круга, мм;  $n$  - угол сектора,  $^\circ$

На этапах подготовки дефектов (трещин, царапин, задиров) к нанесению материала восстановительного слоя, нанесения этого слоя, его размерной и отделочно-упрочняющей обработки использована методика минимизации удаляемых и наносимых слоев материала в процессе восстановления детали.

Полученные данные использованы для разработки технологии восстановления деталей машин с нарушениями сплошности в поверхностном слое.

## Библиографический список

1. Пантелеенко Ф.И., Ляпкин В.П. Восстановление деталей машин: справочник. М.: Машиностроение, 2003. 672 с.
2. Панасюк В.В. Предельное равновесие хрупких тел с трещинами. Киев: Наукова думка, 1968. 183 с.
3. Панчук К.Л., Вивденко Ю.Н., А.В. Климов Профилирование дискового инструмента для обработки винтовых канавок детали // Омский научный вестник. 2008. №1 (64). С. 35-40.
4. Пат. 2250410 РФ: МПК7 F 16 H 15/00: Способ повышения долговечности трибосистемы / Н.Г. Макаренко, Ю.Н. Вивденко, О.А. Мамаев, А.А. Красноштанов, В.Р. Эдигаров, А.Н. Макаренко, С.А. Резин. № 2003122245/06; заявл. 16.07.2003; опубл. 20.04.2005, Бюл. №11.
5. Spiryagin M. Active steering control system of a rail vehicle based on the analysis of the sound radiation / M. Spiryagin, K. S. Lee, H. H. Yoo, V. Spiryagin, Y. Vivdenko. – Institute of Engineering, Noise-Con 2007. 278-287 p.
6. Богодухов С.И., Гребенюк В.Ф., Проскурин А.Д. Обработка упрочненных поверхностей в машиностроении и ремонтном производстве: учеб. Пособие. М.: Машиностроение, 2005. 256 с.

## FORMATION OF THE SPECIFIED OPERATIONAL PROPERTIES OF HIGHLY LOADED MACHINE DETAILS WHEN RESTORING

**A.M. Batkin, D.A. Goncharenko**

Siberian State Automobile and Highway University

**Abstract.** *One of the tasks of repairing machines and mechanisms is to restore the health of worn parts. Based on the studies performed, the article provides baseline data for the design of technological processes for restoring parts in unconventional conditions, when such parts have defects associated with discontinuity. The algorithm for the development of the specified technological process is given. Named scope of this process.*

**Keywords:** *high loaded parts, performance properties, defects, discontinuities, recovery technology, algorithm, application area.*

## ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

*Баткин Арман Менетаевич (Россия, Омск) – студент 3-го курса факультета «Автомобильный транспорт» ФГБОУ ВО «СибАДИ» (644080, г. Омск, пр. Мира, 5, e-mail: arman4uk810@yandex.ru).*

*Гончаренко Данил Алексеевич (Россия, Омск) – студент 3-го курса факультета «Автомобильный транспорт» ФГБОУ ВО «СибАДИ» (644080, г. Омск, пр. Мира, 5, e-mail: danilga322@mail.ru).*

## INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

*Batkin Arman Menetaevich (Russian Federation, Omsk) – 3rd year student of the Faculty of Automobile Transport of The Siberian State Automobile and Highway University (SibADI) (644080, Mira, 5 prospect, Omsk, Russian Federation), e-mail: arman4uk810@yandex.ru).*

*Goncharenko Danil Alexeevich (Russian Federation, Omsk) – 3rd year student of the Faculty of Automobile Transport of The Siberian State Automobile and Highway University (SibADI) (644080, Mira, 5 prospect, Omsk, Russian Federation), e-mail: danilga322@mail.ru).*

УДК 629.3.027.2

## ГИДРООБЪЕМНОЕ РУЛЕВОЕ УПРАВЛЕНИЕ ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА

**Д.А. Гамалий, А.А. Байбисенова**

ФГБОУ ВО «СибАДИ», Россия, г. Омск

**Аннотация.** Представлены общие сведения систем гидрообъемного рулевого управления. Приведены основные требования системы гидрообъемного рулевого управления. Дан краткий анализ выпускаемых отечественных и зарубежных конструкций систем гидрообъемного рулевого управления.

**Ключевые слова:** Дорожно–строительные машины(ДСМ), система рулевого управления, гидромотор обратной связи, героторная пара.

### Введение

Современное развитие машиностроения все большее внимание уделяет производству базовых машин на пневмоколесном ходу. Причина этого явления связана с тем, что применение на самоходных машинах в качестве движителя пневматических шин позволяет получить удачное сочетание качеств автономного быстроходного транспортного средства и высоких тягово-динамических возможностей, необходимых для выполнения технологических операций. За последние годы появились и получили широкое распространение новые типы машин, признание которых во многом определяется этими положительными особенностями. К таким машинам, прежде всего, следует отнести самоходные колесные дорожно-строительные машины (ДСМ), представляющие широкий класс устройств, включающие экскаваторы, скреперы, погрузчики, автогрейдеры, бульдозеры, катки и множество другой техники различного технологического назначения, использующих самоходное пневмоколесное шасси как базовую машину.

**Общие сведения системы рулевого управления ДСМ.** На современном уровне развития транспорта возникает необходимость одновременно с эксплуатационными требованиями выполнять условия повышения комфортабельности машин и условия труда водителя. В основном все пневмоколесные дорожно-строительные машины (ДСМ) имеют общий принцип изменения направления движения: посредством поворота управляемых передних или задних колес или складыванием шарнирных полурам. Выбор системы рулевого управления в значительной степени влияет на производительность машины в целом [1].

Системой рулевого управления является система, включающая все элементы машины, участвующие в управлении поворотом машины [1].

По принципу действия системы рулевого управления подразделяются на механические, гидромеханические, гидрообъемные, электрические и комбинированные рулевые механизмы.

Наиболее широкое распространение в управлении поворотом ДСМ получили устройства, где в качестве системы управления применяются гидравлические устройства с обратной механической или гидравлической связью, т.е. гидромеханические и гидрообъемные рулевые механизмы. Это объясняется тем, что усилие поворота управляемых колес ДСМ значительно выше по сравнению с другими транспортными средствами из-за особенностей конструкции и эксплуатации машин [2]. Из большого разнообразия последних можно выделить устройства, имеющие в контуре гидравлической обратной связи гидромотор, обеспечивающей дозированную подачу рабочей жидкости к исполнительным гидроцилиндрам. В качестве гидромотора обратной связи широкое распространение получили появившиеся в конце 50-х годов гидроагрегаты фирмы Char Lynn Motors (США). Они представляют собой гидромотор, имеющий шестерни с внутренним циклоидальным зацеплением – героторная пара (рисунок 1).

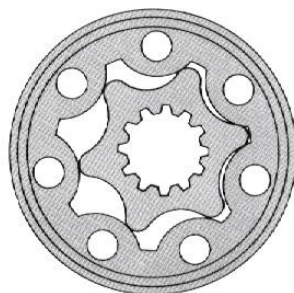


Рис. 1. Героторная пара

**Основные конструктивные параметры гидрообъемного рулевого управления.** Одним из важных параметров является «подача» – объем рабочей жидкости, подаваемой гидрорулем к исполнительным гидроцилиндрам за один оборот рулевого колеса [3].

$$q = \frac{V}{k_c m},$$

где  $V$  - рабочий объем исполнительных гидроцилиндров;

$k_c$  - коэффициент скольжения, учитывающий внутренние утечки рабочей жидкости и зависящий от ее давления и вязкости, а также от схемы ОГРУ и качества изготовления узлов;

$m$  - количество оборотов рулевого колеса для поворота управляемых колес из одного крайнего положения в другое.

К основным параметрам также относится номинальное давление, номинальный расход, максимальное усилие (момент), развиваемый исполнительным механизмом [4].

Кроме вышеперечисленных параметров гидроруля существует ряд показателей, к которым относятся [3,4]:

- момент на рулевом колесе, который предусматривается ГОСТом как при работающем питающем насосом, так и при аварийном режиме;

- потери давления в нейтральном положении золотника;

- «скольжение» - непроизводительное вращение качающего узла гидромотора обратной связи вследствие внутренней негерметичности гидроруля.

Кроме того, существуют показатели качества гидроруля [3,4,5]:

- статическая точность - соответствие угла поворота управляемых колес или складывания полурама углу поворота рулевого колеса;

- быстродействие - определяется временем чистого запаздывания или временем регулирования выходного сигнала как при выходе на рабочий режим, так и при отключении;

- стабильность выходных параметров, то есть минимальное перерегулирование, с целью снижения динамических нагрузок на элементы гидропривода и машину в целом.

Системы рулевого управления являются одними из наиболее ответственных узлов ДСМ. На основе накопленного опыта эксплуатации, анализа конструктивных решений и результатов исследований разработан и введен ряд требований к системам рулевого управления [1,6]:

- командный орган рабочей системы рулевого управления должен быть для оператора органом рулевого управления во всех обстоятельствах;

- чувствительность, регулирование и быстродействие рабочей системы рулевого управления должны быть таковы, чтобы квалифицированный оператор мог уверенно вести машину по заданной траектории при выполнении всех операций, для которых предназначена данная машина;

**Обзор существующих отечественных и зарубежных конструкций гидрообъемного рулевого управления.** Среди отечественных разработок наиболее перспективной является гидравлический рулевой механизм, созданный в НПО "ВНИИСтройдормаш".

## НАЗЕМНЫЙ ТРАНСПОРТ

---

Разработанный гидроруль I типоразмера с подачей до 1000 см<sup>3</sup> (индекс У 245006) выполнен в виде моноблочной конструкции (рисунок 2).



*Рис. 2. Гидроруль I типоразмера*

Высокий интерес представляет гидравлический рулевой механизм, выпускаемый заводом ОАО "Омскгидропривод" (индекс НДМ, НДО и НДП). Конструкция рулевого механизма выполнена в моноблочном исполнении и в качестве гидромотора обратной связи применяется гидромашинка героллерного типа (рисунок 3) [7].



*Рис. 3. Рулевой механизм НДМ-80-У240*

Среди зарубежных фирм ведущее место занимают такие фирмы, как "Danfoss" (Дания), "Zahnradfabrik", (Германия), "TRW", (США), "John Deer" (США), «Char Lynn» (США), «Eaton» (США) и др.

Датская фирма "Danfoss" кроме насосов, гидроаппаратуры, фильтров выпускает главным образом гидрообъемное рулевое управление "Orbitrol" (рисунок 4).



*Рис. 4. Гидрообъемное рулевое управление "Orbitrol" типа OSQB*

Эти механизмы базируются на принципе "Orbit", запатентованном фирмой "Char - Lynn" (США). Фирма "Danfoss" приобрела лицензию на изготовление этого оборудования и продает

## НАЗЕМНЫЙ ТРАНСПОРТ

---

ею в Европе через свои филиалы и распределительные конторы. Она выпускает одиннадцать типоразмеров гидравлических рулевых механизмов, различающихся величиной рабочего объема насоса-дозатора типа "Orbit".. Углы поворота рулевого колеса и управляемых колес пропорциональны. Пять типоразмеров механизма "Orbitrol" имеют насосы-дозаторы с рабочим объемом от 80 до 315 см<sup>3</sup>/об, остальные четыре более крупных ипоразмера от 400 до 800 см<sup>3</sup>/об.

«Lifam» (Сербия) производителем насосов-дозаторов и компонентов рулевого управления, например таких как гидроруль SUB 100 (рисунок 5).



Рис. 5. Гидроруль SUB 100

Зарубежная фирма "Danfoss" (Дания) предлагает компоненты и системы гидравлического рулевого управления. Насосы-дозаторы для стандартных систем рулевого управления колесных машин и сложные гидроприводы с насосом-дозатором и усилителем потока для тяжелой внедорожной техники с возможностью дистанционного управления гидроприводом через спутниковую связь (рисунок 6).



Рис. 6. Насос-дозатор OSPBX 315 LS

СООО «Дозатор-плюс» (республика Беларусь) производят насосы-дозаторы (рисунок 7), предназначенные для для установки в объёмный гидропривод рулевого управления сельскохозяйственных машин и других самоходных колёсных машин, имеющих скорость движения не более 50 км/час. Насос-дозатор осуществляет нормированную подачу рабочей жидкости к гидроцилиндрам рулевого управления пропорционально углу поворота вала насоса-дозатора. Насосы-дозаторы с подаваемым объёмом до 250см<sup>3</sup> позволяют управлять машиной в аварийном режиме при неработающем питающем насосе за счёт мускульной силы оператора.



Рис. 7. Насос-дозатор Д 63



# НАЗЕМНЫЙ ТРАНСПОРТ

Отличительной чертой гидроруля является то, что усилитель потока встроен в золотник основного распределителя. Тем самым, обеспечивая моноблочность системы. Кроме того усилитель потока выполняет функцию приоритетного клапана. Это позволяет использовать в качестве источника питания гидронасос рабочего оборудования.

Гидрообъемное рулевое управление, разработанное в СибАДИ (рисунок 5) состоит из следующих основных элементов: 1–корпус; 2–гидромотор обратной связи; 3–гильза; 4–золотник; 5–подшипник упорный; 6–вал карданный; 7–пружина; 8–клапан усилителя потока.



Рис. 5. Гидрообъемное рулевое управление

## Заключение

На основании обзора отечественных и зарубежных конструкций рулевого управления были выявлены основные тенденции развития гидрообъемного рулевого управления [2,3,4,8,9]:

- создание единого ряда систем ОГРУ для всего парка колесных ДСМ;
- создание ОГРУ, обеспечивающих возможность управления движущейся машиной при выходе из строя отдельных элементов системы;
- снижение материалоемкости;
- моноблочность исполнения;
- сохранение стабильности выходных параметров ОГРУ при изменении внешних воздействий.

17

## Библиографический список

1. ГОСТ 27254-87 (ИСО 5010-84). Машины землеройные. Системы рулевого управления колесных машин. М.: Изд-во стандартов, 1987. 19 с.
2. Любимов Б.А., Червяков Е.Н., Судаков Ю.И. Объемные гидроприводы рулевого управления колесных самоходных сельскохозяйственных машин. «Тракторы, самоходные шасси и двигатели, агрегаты и узлы» // Обзорная информ. ЦНИИТЭИтракторсельхозмаш. М., 1980. 40 с.
3. Любимов Б.А., Червяков Е.Н. Обоснование схем и основных параметров унифицированных объемных гидроприводов рулевого управления колесных тракторов. // Тр. НАТИ. М. 1975. вып. 242.
4. Обидин В.Я., Жаворонков А.В., Зуева О.А. Типоразмерный ряд гидрорулей для самоходных машин. Проблемы и решения // Повышение надежности и производительности землеоно-транспортных машин. Тр. ВНИИстройдормаш. М., 1987. Вып.108. С. 101- 108.
5. Обидин В.Я., Пашкевич В.В., Смольяков А.И., Кравцов В.В. Стендовые испытания гидрорулей строительных машин // Обзорная информ. М.: Объединение «МАШМИР», 1991. Вып. 5.
6. ГОСТ 23150-80. Тракторы колесные. Объемный гидропривод рулевого управления. Технические требования. М.: Типография НАТИ, 1981. 8 с.
7. Проспект ОАО «Омскгидропривод». Омск. 2001.
8. Проспект фирмы «Danfoss», Hydrostatic steering component. 1984 (Дания).
9. Проспект фирмы «Zahnradfabrik» AG. 1975 (ФРГ).

## HYDROSTATIC STEERING OF THE VEHICLE

**D.A. Gamaliy, A.A. Baibisenova**  
Siberian State Automobile and Highway University

**Abstract.** *The General information of hydraulic steering systems is presented. The basic requirements of the steering system are given. A brief analysis of domestic and foreign designs of hydraulic steering systems is given.*

**Keywords:** *road construction machine(DSM), steering system, motor feedback, gerotor pair.*

### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

*Гамалий Дмитрий Алексеевич – студент 4 курса группы НТС-15Т2 ФГБОУ ВО «СибАДИ» (г. Омск, 644080, Проспект Мира 5, email: 89081087805@mail.ru).*

*Байбисенова Асия Армановна – студентка 4 курса группы НТС-15Т2 ФГБОУ ВО «СибАДИ» (г. Омск, 644080, Проспект Мира 5, email: 89994705749@mail.ru).*

### INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

*Gamaliy Dmitriy Alekseevich – 4rd year student of the group NTS-15T2 Siberian State Automobile and Highway University (Omsk, 644080, Prospect Mira 5, email: 89081087805@mail.ru).*

*Baybisenova Asiya Armanovna – 4rd year student of the group NTS-15T2 Siberian State Automobile and Highway University (Omsk, 644080, Prospect Mira 5, email: 89994705749@mail.ru),*

## ОБОСНОВАНИЕ ПЕРСПЕКТИВЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМОБИЛЕЙ С ГИБРИДНОЙ СИЛОВОЙ УСТАНОВКОЙ

**Л.Н. Тышкевич, М.А. Ступникова**  
ФГБОУ ВО «СибАДИ», Омск, Россия

**Аннотация.** В статье рассмотрены основные предпосылки к эксплуатации автомобилей с гибридной силовой установкой. Кратко описана история развития автомобилей с данной конструкцией привода. Представлена статистика изменения роста продаж. Рассмотрены три основных вида автомобилей с гибридной силовой установкой. Выявлены преимущества и недостатки автомобилей с различными конструктивными особенностями. Проведен сравнительный анализ основных показателей автомобилей с различными конструктивными особенностями по сравнению с автомобилями, оснащенными гибридной силовой установкой.

**Ключевые слова:** автомобили с гибридной силовой установкой, автомобили с бензиновым двигателем, автомобили с дизельным двигателем, автомобили с газобаллонным оборудованием.

### Введение

Парк автомобилей ежегодно растет. Значительная его доля приходится на автомобили с гибридной силовой установкой (ГСУ). Это объясняется ростом цен на топливо и постоянным ужесточением экологических требований к автомобилям.

Отличительной особенностью автомобилей с ГСУ является использование двигателя внутреннего сгорания совместно с электросиловой установкой. Основными предпосылками к эксплуатации автомобилей с ГСУ являются:

- повышение топливной экономичности;
- улучшение экологических показателей.

История развития автомобилей, оснащенных ГСУ, берет свое начало с 1997 года, когда компанией «Toyota» был выпущен первый автомобиль с такой установкой. Спустя пять лет было продано около ста тридцати гибридных автомобилей. Модель «Prius» продается в более 20 странах мира. Сейчас «Toyota» занимает лидирующую позицию на мировом рынке автомобилей с ГСУ - их доля составляет 90 % от общих продаж.

В 1999 году «Honda», являлась вторым крупным производителем автомобилей с ГСУ, реализовала 13000 автомобилей. В 2002 году компания выпускает новую гибридную модель «Civic» и двухместный автомобиль модели «Insight».

После к производству подключается и «Nissan», заключив договорные отношения с «Toyota» на десять лет о совместном производстве автомобилей, оснащенных ГСУ, и согласно предположениям в 2006 году в продажу вышел первый автомобиль компании «Nissan».

К новому выпуску автомобилей, оснащенных ГСУ подключилась известная американская компания «General Motors», установив ГСУ на «Chevrolet Silverado», «GMC Sierra», «Tahoe» и «Yukon», продажа этих автомобилей началась в 2007 году.

В стороне не осталась и фирма «Ford», запустив в производство в 2004 году «Ford Focus» с гибридным двигателем [1].

В СССР разработки автомобилей с ГСУ также не стояли на месте. Ученый Нурбей Гулиа в своих разработках гибридных двигателей для автобусов, добивался показателей экономии топлива около 50% [2].

### Обоснование перспектив эксплуатации рынка автомобилей с ГСУ

На рисунке 1 представлены изменения роста суммарных продаж в мире во временном диапазоне от 1997 года до 2017 года. Из представленных данных видно, что суммарные продажи гибридных автомобилей с каждым годом растут. Еще в 2014 году количество продаж достигло 6 миллионов гибридных автомобилей, в 2016 году количество достигло 9 миллионов и в 2017 году суммарные продажи достигают уже 10 миллион [3].

# НАЗЕМНЫЙ ТРАНСПОРТ

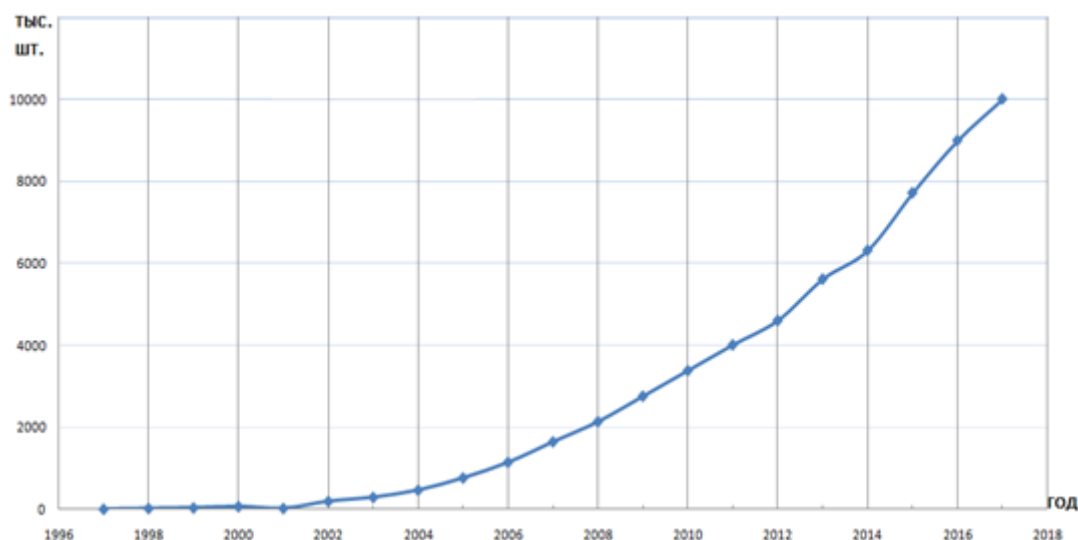


Рис. 1. Статистика роста суммарных продаж гибридных автомобилей в мире (1997-2017гг)

На сегодняшний день существуют три вида гибридных силовых установок:

1. Последовательная конструкция- принцип ее работы заключается в использовании ДВС, как средство энергии для генератора, который в свою очередь питает электродвигатель, от которого идет вращение колес и зарядка АКБ.

2. Параллельная конструкция- движение ведущих колес, обеспечивается совместной работой ДВС и электродвигателя;

3. Последовательно-параллельная конструкция («комбинированная»): в движение автомобиль приводит планетарный редуктор, через который соединены ДВС и электродвигатель [4].

Преимущества и недостатки автомобилей с различными конструктивными особенностями представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Преимущества и недостатки автомобилей с различными конструктивными особенностями

Преимущества	Недостатки
<i>Автомобили, оснащенные бензиновыми ДВС</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• простота конструкции</li> <li>• невысокая стоимость двигателя</li> <li>• легкость проведения ТР и ТО</li> <li>• легкость старта при низких температурах [5]</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• с ростом нагрузки расход топлива становится выше</li> <li>• выше пожаро- и взрывоопасность</li> <li>• повышенный уровень шума и вибрации [5]</li> </ul>
<i>Автомобили, оснащенные дизельными ДВС</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• относительно высокое значение крутящего момента на низких оборотах</li> <li>• повышенный ресурс двигателя</li> <li>• высокая мощность двигателя</li> <li>• легкость проведения ТР и ТО [6]</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• повышенный уровень шума и вибрации</li> <li>• трудность старта при низких температурах</li> <li>• необходимость в частой замене масла [6]</li> </ul>

# НАЗЕМНЫЙ ТРАНСПОРТ

Продолжение таблицы 1

<i>Преимущества</i>	<i>Недостатки</i>
<i>Автомобили, оснащенные газобаллонным оборудованием</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• значительная экономия на топливе</li> <li>• безопасность для двигателя</li> <li>• повышение срока службы двигателя, в следствии более низкого нагарообразования в камерах сгорания[7]</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• траты на установку оборудования</li> <li>• падение мощности двигателя</li> <li>• увеличение массы авто и уменьшение объема багажника</li> <li>• дополнительные затраты на ТО газобаллонного оборудования</li> <li>• опасность утечки газа</li> <li>• необходимость наличия бензина в системе при старте в условиях низких температур [7]</li> </ul>
<i>Электромобили</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Высокий коэффициент КПД, по сравнению с двигателями обычных автомобилей</li> <li>• относительная низкая стоимость эксплуатации;</li> <li>• Вырабатывается меньшее количество шума и вибрации</li> <li>• экономия топлива [8]</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• высокая стоимость приобретения</li> <li>• относительно малая величина ездки автомобиля без подзарядки</li> <li>• относительно не высокий срок службы батарей[8,9]</li> </ul>
<i>Автомобили, оснащенные гибридной силовой установкой</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• расход топлива снижен</li> <li>• увеличенная дальность ездки без заправки (подзарядки)</li> <li>• возможность рекуперации энергии движения</li> <li>• Вырабатывается меньшее количество шума и вибрации[10]</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• сложная конструкция</li> <li>• высокая стоимость приобретения</li> <li>• трудность старта при низких температурах</li> <li>• сложность утилизации аккумуляторных батарей [10]</li> </ul>

21

Таблица 2 – Сравнительный анализ основных показателей автомобилей с различными конструктивными особенностями по сравнению с автомобилями оснащенными ГСУ

Автомобили с различными конструктивными особенностями	Стоимость приобретения	Стоимость эксплуатации (проведения ТО и ТР)	КПД	Расход топлива	Уровень шума и вибрации
Бензиновые	Ниже	Выше	Ниже	Выше	Выше
Дизельные	Ниже	Выше	Ниже	Выше	Выше
Газобаллонное оборудование	Ниже	Выше	Ниже	Выше	Выше
Электромобили	Приблизительно равна	Ниже	Выше	Ниже	Ниже

## Заключение

Из таблицы 2 следует вывод, что основные преимущества автомобилей с ГСУ по сравнению с автомобилями, имеющими различные конструктивные особенности, является высокий КПД, низкий расход топлива и низкий уровень шума и вибрации, что может являться причиной увеличения спроса на автомобили оснащенные ГСУ, так как в крупных городах особенно остро стоит вопрос о экологическом и акустическое загрязнении, а вопрос экономии топлива всегда актуален.

## Библиографический список

1. Гусаков С.В., Абдель Муним М. Хашем Перспективы развития силовых установок гибридных автомобилей // Вестник РУДН, 2004. №1 (8). С. 38 – 42.
2. IX Международная студенческая научная конференция [Электронный ресурс] // Все о гибридных автомобилях: [сайт]. URL: <https://scienceforum.ru/2017/article/2017030474> (дата обращения: 15.11.2018).
3. 1gai.ru [Электронный ресурс] // Рекордные продажи гибридов Тойота: [сайт]. URL: <http://www.1gai.ru/autonews/518124-toyota-prodala-bolee-10-mln-gibridnyh-avtomobiley.html> (дата обращения: 15.11.2018).
4. Systemsauto.ru [Электронный ресурс] // Гибридный автомобиль: [сайт]. URL: <http://systemsauto.ru/engine/hybrid.html> (дата обращения: 15.11.2018).
5. Инфоурок [Электронный ресурс] // Сравнение характеристик двигателей внутреннего сгорания: [сайт]. URL: <https://infourok.ru/sravnenie-harakteristik-dvigatelay-vnutrennego-sgoraniya-2222024.html> (дата обращения: 15.11.2018).
6. Krutimotor.ru [Электронный ресурс] // Дизельный двигатель преимущества и недостатки: [сайт]. URL: <http://krutimotor.ru/plyusy-i-minusy-dizelnogo-dvigatelya/> (дата обращения: 17.11.2018).
7. Резонанс ГБО [Электронный ресурс] // Газовое оборудование все плюсы и минусы: [сайт]. URL: <http://rezauto.ru/gbo/gazovoe-oborudovanie-plyusi-i-minusi.html> (дата обращения: 29.11.2018).
8. 1gai.ru [Электронный ресурс] // Плюсы и минусы современных электромобилей: [сайт]. URL: <http://www.1gai.ru/publ/520133-plyusy-i-minusy-sovremennyh-elektromobiley.html> (дата обращения: 02.12.2018).
9. Мираман [Электронный ресурс] // Электромобили плюсы и минусы: [сайт]. URL: <https://miraman.ru/posts/1940> (дата обращения: 08.12.2018).
10. Auto-wiki.ru [Электронный ресурс] // Гибридная силовая установка: [сайт]. URL: <http://auto-wiki.ru/gibridnaya-silovaya-ustanovka/> (дата обращения: 10.08.2018).

## JUSTIFICATION OF THE PERSPECTIVE OF OPERATING CARS WITH A HYBRID POWER INSTALLATION

L.N. Tyshkevich, M.A. Stupnikova

Siberian State Automobile and Highway University

**Abstract.** *The article describes the main prerequisites for the operation of cars with a hybrid power plant. The history of the development of cars with this drive design is briefly described. Presents statistics of changes in sales growth. Three main types of cars with a hybrid power plant are considered. The advantages and disadvantages of cars with different design features are revealed. A comparative analysis of the main indicators of cars with different design features compared with cars equipped with a hybrid power plant.*

**Keywords:** *hybrid car, gasoline-powered vehicles, diesel-powered vehicles, vehicles with gas equipment.*

# НАЗЕМНЫЙ ТРАНСПОРТ

---

## ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

*Тышкевич Лариса Николаевна – канд. техн. наук, доцент, ФГБОУ ВО «СибАДИ» (644080 г.Омск, пр. Мира, 5, e-mail: eira\_254@mail.ru)*

*Ступникова Марина Алексеевна – студентка гр. АТб-16А1, ФГБОУ ВО «СибАДИ» (644080 г.Омск, пр. Мира, 5, e-mail: stupnikovamarina@mail.ru)*

## INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

*Tyshkevich Larisa Nikolaevna – Ph. D. in Technical Sciences, Ass. Professor, Siberian State Automobile and Highway University (644080, Omsk, Mira Ave., 5, e-mail: eira\_254@mail.ru)*

*Stupnikova Marina Alekseevna – students of ATb16-A1, Siberian State Automobile and Highway University (644080, Omsk, Mira Ave., 5, e-mail: stupnikovamarina@mail.ru)*

УДК 65.018

## ОЦЕНКА КАЧЕСТВА СТРОИТЕЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ

**А.С. Байда, Е.А. Байда, В.А. Стреленко**

ФГБОУ ВО «СибАДИ», Омск, Россия

***Аннотация.** В статье рассматривается вопрос оценки качества строительной продукции. Изучаются теоретические аспекты оценки качества и проводится анализ понятия «качество строительной продукции». Анализируются факторы, определяющие качество строительной продукции, обосновывается необходимость осуществления оценки качества и особенности ее проведения в строительстве. Исследуется возможность применения в строительстве инструментов статистического контроля качества, рассматриваются способы и этапы поддержания качества строительной продукции, а также приводится алгоритм оценки качества строительной продукции.*

***Ключевые слова:** качество, строительная продукция, оценка качества, строительство, оценка качества строительной продукции.*

### **Введение**

Качество – важная составляющая конкурентоспособности. Продукция/услуга, которая имеет высокий уровень качества, ценится потребителями и является конкурентоспособной на рынке. Желание получить данную продукцию у потребителя больше, так как уровень качества определяет надежность и долговечность ее использования.

Качество также дает уверенность в безопасности использования продукта, так как при его производстве имел место контроль, согласно установленным нормам и требованиям. Если такого контроля нет, то о понятии «качества» данной продукции сложно судить.

Оценке качества подлежат ресурсы, продукция, создаваемые человеком или природой. Но особое внимание должно уделяться тем сферам, которые могут влиять на жизнь и здоровье людей. Одной из таких сфер является строительство.

В сфере строительства наличие проверок и контроля являются обязательным требованием. Согласно действующему законодательству, контроль строительства регламентирует Градостроительный кодекс РФ [4]. Проводиться он в течение всего времени проведения строительства – от закладки нулевого уровня до ввода объекта в эксплуатацию. Необходимость его проведения объясняется гарантиями безопасности возведенного здания или сооружения.

Контроль строительства, по сути, является организационной формой достижения качества, под которой подразумевают соответствие возводимого объекта определенным требованиям и способы их достижения.

Для обеспечения надлежащего контроля качества строительной продукции должны соблюдаться все правила и нормы, прописанные в строительной документации, создание служб контроля качества на предприятиях данной сферы, использование надлежащих для производства материалов, это особенно важно при строительстве зданий и сооружений, проверка качества должна производиться строго специалистами и по установленному графику.

По результатам контроля формируются данные, которые могут быть использованы для дальнейшей оценки уровня качества анализируемого объекта, которая, в свою очередь, представляет совокупность операций, включающих выбор номенклатуры показателей качества оцениваемой продукции, определение значений этих показателей и сопоставление их с базовыми. Оценка уровня качества является основой для выработки необходимых управляющих воздействий в системе управления качеством продукции, в том числе и строительной и обуславливает актуальность выбранной темы статьи.

### **Теоретические аспекты оценки качества**

Оценка – это количественная или качественная характеристика, способная описать степень соответствия тому, что подлежит оцениванию.

Качество – степень соответствия совокупности присущих характеристик объекта требованиям [5].

Совместно эти два определения дают общее представление в понимании «оценки качества»:



Оценка качества – совокупность методик или их отдельное применение, для определения уровня совершенства продукции или услуги, путем сопоставления полученных данных с базовыми.

Различают два вида качества строительной продукции:

*Потребительское качество строительной продукции* - степень соответствия конечного строительного продукта (дома, квартиры, строительного сооружения) требованиям потребителя, которая закладывается в процессе проектирования и во многом зависит от уровня качества, заложенного в различные нормативы.

*Производственное качество* - соответствие продукции требованиям установленных нормативов. Оно непосредственно связано с изготовлением строительных конструкций и материалов и с производством строительных и монтажных работ.

Хотя ведущей стадией в строительстве является производственная, на которой и создаётся конечная строительная продукция, уровень качества задаётся на стадии проектирования и в значительной степени определяется качеством проекта, под которым понимают прогрессивность проектных решений, отвечающих перспективам развития соответствующих отраслей промышленности, применение в проекте самых современных материалов и конструкций.

### **Необходимость применения оценки качества в строительстве**

Каждая вещь/продукция/объект имеют некую степень качества, и то, каким качеством ресурсов располагает человек, можно во многом судить и о качестве его жизни. Чем выше качество продукции/услуги, тем больше уверенность в его соответствии с ожиданием потребителя.

Оценка качества в строительстве является важной частью, так как здания, сооружения и др. строительные объекты при их не качественном проектировании, планировании, возведении, эксплуатации и ремонте могут привести к опасным последствиям или большим материальным потерям.

Уровень качества строительного объекта обеспечивается точным выполнением всех требований, установленных в проекте относительно:

- ✓ производства строительных материалов, конструкций и оборудования;
- ✓ транспортировки строительных материалов, конструкций и оборудования;
- ✓ хранения их на складах и строительных площадках;
- ✓ собственно производства строительно-монтажных работ.

На качество строительной продукции также влияют:

- ✓ стабильность технологических процессов;
- ✓ соблюдение правильной технологической последовательности выполнения работ;
- ✓ согласованные действия всех подразделений строительной организации и её субподрядных организаций;
- ✓ ритмичность производства;
- ✓ своевременная комплектность и высокая степень заводской готовности конструкций.

Выполнение всех выше перечисленных требований достигается за счет внедрение в производственные процессы различных видов контроля (приемочного, послеоперационного, инспекционного) и соблюдения важного принципа менеджмента качества – процессного подхода.

Как было отмечено выше, в процессе контроля формируются данные, которые могут быть использованы для оценки уровня качества анализируемого объекта. Согласно принципу менеджмента качества - принятие решений, основанное на свидетельствах – управленческие решения, основанные на анализе и оценке данных и информации, с большей вероятностью создадут желаемые результаты [5].

Поэтому для сбора этих свидетельств должны использоваться эффективные методы, наиболее распространенными из которых являются статистические инструменты контроля качества

Инструменты контроля качества – это методики, приёмы, способы для оценивания качества продукции или услуги, дающие возможность анализа протекающих процессов, с последующей их корректировкой и улучшением.

В управлении качеством выделяют 7 таких инструментов:

1. Контрольный листок – инструмент для сбора данных и их автоматического упорядочения для облегчения дальнейшего использования собранной информации.

2. Гистограмма – инструмент, позволяющий зрительно оценить распределение статистических данных, сгруппированных по частоте попадания данных в определенный (заранее заданный) интервал.

3. Диаграмма Парето – инструмент, позволяющий объективно представить и выявить основные факторы, влияющие на исследуемую проблему, и распределить усилия для ее эффективного разрешения.

4. Метод стратификации (раслаивания данных) – инструмент, позволяющий произвести разделение данных на подгруппы по определенному признаку.

5. Диаграмма разброса (рассеивания) – инструмент, позволяющий определить вид и тесноту связи между парами соответствующих переменных.

6. Диаграмма Исикавы (причинно–следственная диаграмма) – инструмент, который позволяет выявить наиболее существенные факторы (причины), влияющие на конечный результат (следствие).

7. Контрольная карта – инструмент, позволяющий отслеживать ход протекания процесса и воздействовать на него (с помощью соответствующей обратной связи), предупреждая его отклонения от предъявленных к процессу требований [1].

Данные инструменты качества могут быть применимы в планировании эксперимента, проверке гипотез или многомерном анализе для контроля и регулирования процессов.

Использование инструментов управления качеством обеспечивает средства для понимания сложных ситуаций, позволяет экономить ресурсы, и тем самым улучшает чистую прибыль компаний [2].

### **Алгоритм оценки качества строительной продукции**

Основные факторы, формирующие качество строительной продукции можно представить в виде «Пирамиды качества» (см. рис.1). Эти факторы распределены по степени влияния на качественные характеристики изделий. Пирамида состоит из пяти ступеней. В основании находятся наиболее значимые для данной характеристики факторы, вверху – менее.



*Рис. 1 – «Пирамида качества»*

Основанием «пирамиды», ее фундаментом применимо к строительству являются материалы/ресурсы. От вида сырья зависит во многом качество уже готового товара, а иногда, из-за отсутствия самого параметра «качество», продукция может не дойти до стадии конечного производства, потому что из-за несовершенства изделие будут возвращать на предыдущие этапы изготовления, чтобы достичь желаемого результата.

Без отчетливого технического задания (ТЗ) сложно понимать какой вид продукции производится, и, какие требования к нему предъявляются. Поэтому, благодаря ТЗ, легче понимать какой результат ожидается в конце, и тем сложнее отходить от предписанных норм и указаний, что также влияет на поддержание качества продукции. В строительной сфере

следующей ступенью в «пирамиде качества» является само техническое задание, а также проектная документация, чертежи и планы.

Оборудование является сопутствующим элементом в поддержании качества изготавливаемой продукции. Оно занимает среднюю ступень. За счет поддержанного, постоянно поддающегося проверке технического оснащения, с помощью которого производится товар, можно уменьшить вероятность появления у него дефекта/брака и др.

Исполнитель работы также непосредственно влияет на свойства конечного результата. Из-за неправильного или неверного подхода к процессу производства, или невнимательности можно также снизить уровень качества производимого товара.

На вершине «пирамиды качества» находятся «условия среды». Сюда входят и окружающая среда, и лабораторные условия, и условия, применимые к продукции, подлежащей хранению.

Для определения алгоритма оценки качества строительной продукции, представляющего описание пошаговых и запланированных действий, которым строго придерживаются, необходимо определить выполнение конкретных действий по обеспечению и контролю качества на каждом этапе пирамиды

Преимущество такого подхода:

1. Структурированность действий
2. Обзор всех происходящих процессов
3. Возможность понять на каком этапе/шаге произошел сбой
4. Четкое следование всем пунктам, без упущения какого-либо этапа
5. Наглядное представление того, как всё должно происходить
6. Упрощенное восприятие для новых специалистов

Таки образом, для оценки качества строительной продукция с учетом всех ранее изученных теоретических аспектов может быть предложен следующий алгоритм, который состоит из 6 этапов, каждый из которых состоит из подпунктов. В зависимости от объекта оценки, некоторые из этапов могут отсутствовать.

Этап 1 – создание условий

1 – проведение оценки в лабораторных условиях (изготавливаемая и производимая продукция)

2 – предоставление необходимого оборудования для проверки

3 – соблюдение лабораторных условий, в зависимости от объекта оценки (температурный режим, материал тары, в которой хранится и проверяется продукция, взаимодействие с воздухом и т.п.)

Этап 2 – проверка оборудования

1 – периодическая проверка, с установленным графиком (поверка, калибровка и т.п.)

2 – осуществляет отдел стандартизации и метрологии (ОСМ), который выполняет функции отдела технического контроля (ОТК) [3]

Этап 3 – применение методик и инструментов

1 – применение не менее одной методики или инструмента

2 – определение подходящих методик или инструментов

3 – регистрация результатов по различным методикам и инструментам

Этап 4 – анализ и корректировка полученных действий

1 – определение более точного метода

2 – совершенствование тех процессов, где возникли недочеты по результатам оценки

Этап 5 – перевод результата в качественную или количественную оценку

1 – составление системы/шкалы оценивания

2 – сверка значения со шкалой и перевод в результаты

Этап 6 – создание новых технологий для совершенствования качества продукции (для каждого строительного объекта/продукции разрабатывается индивидуально)

### **Заключение**

Таким образом, очевидна необходимость оценки качества строительной продукции. Каждая деталь, строительный элемент и материалы должны подвергаться проверке на качество для того, чтобы убедиться в том, что они безопасны, а для экономики - конкурентоспособны.

Для данного вида проверки постоянно создаются новые способы и инструменты, различные алгоритмы и методы. Но нужно понимать, что к разным видам продукции подходят и разные виды проверок. Поэтому при испытаниях на качество нужно это обязательно учитывать.

Если придерживаться прописанных условий, то появление дефектов, повреждений, изломов и других видов, вытекающих из некачественного производства, можно минимизировать или вовсе устранить.

## Библиографический список

1. Инструменты качества [Электронный ресурс]. – Режим доступа: – <http://mirznanii.com/a/162626/sem-instrumentov-kontrolya-kachestva>.
2. Семь инструментов управления и контроля качества [Электронный ресурс]. – Режим доступа: – <https://studfiles.net/preview/4403574>.
3. Проверка технологического оборудования на технологическую точность [Электронный ресурс]. – Режим доступа: — <https://refdb.ru/look/2530977-p2.html>.
4. Градостроительный кодекс РФ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: — <http://docs.cntd.ru/document/901919338>.
5. ГОСТ Р ИСО 9000-2015 Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: — <http://docs.cntd.ru/document/1200124393>.

## QUALITY ASSESSMENT OF BUILDING PRODUCTS

**A.S. Bayda, E.A. Bayda, V.A. Strelenko**

The Siberian State Automobile and Highway University

**Abstract.** *In article the question of assessment of quality of construction products is considered. Theoretical aspects of assessment of quality are studied and the analysis of the concept "quality of construction products" is carried out. The factors defining quality of construction products are analyzed, need of implementation of assessment of quality and feature of its carrying out for construction is proved. The possibility of application in construction of instruments of statistical quality control is investigated, ways and stages of maintenance of quality of construction products are considered and also the algorithm of assessment of quality of construction products is given.*

**Keywords:** *quality, construction products, quality assessment, construction, quality assessment of construction products.*

## ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Байда Александр Сергеевич (Россия, Омск) – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Автомобили, конструкционные материалы и технологии» ФГБОУ ВО «СибАДИ» (644080, г. Омск, пр. Мира, 5, e-mail: [baida\\_alex@mail.ru](mailto:baida_alex@mail.ru)).

Байда Елена Александровна (Россия, Омск) – кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры «Управление качеством и производственными системами» ФГБОУ ВО «СибАДИ» (644080, г. Омск, пр. Мира, 5, e-mail: [baida\\_elena@mail.ru](mailto:baida_elena@mail.ru)).

Стреленко Виктория Александровна (Россия, Омск) – студентка Сибирского государственного автомобильно-дорожного университета (СибАДИ)

## INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Bayda Alexander Sergeevich (Russian Federation, Petrozavodsk) – Ph. D. in Technical Sciences, Ass. Professor, Department of «Cars, construction materials and technologies» of The Siberian State Automobile and Highway University (SibADI) (644080, Mira, 5 prospect, Perm, Russian Federation, e-mail: [baida\\_alex@mail.ru](mailto:baida_alex@mail.ru)).

Bayda Elena Alexandrovna (Russian Federation, Petrozavodsk) – Ph. D. in Economical Sciences, Ass. Professor, Department of «Quality management and production systems» of The Siberian State Automobile and Highway University (SibADI) (644080, Mira, 5 prospect, Perm, Russian Federation, e-mail: [baida\\_elena@mail.ru](mailto:baida_elena@mail.ru)).

Strelenko Victoria Alexandrovna (Russia, Omsk) - student of Siberian State Automobile and Highway University (SibADI)