

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
ГОМЕЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.О. СУХОГО  
Машиностроительный факультет

Научно-практическая конференция магистрантов и аспирантов

# ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ

23 января 2023 года

Гомель  
ГГТУ имени П. О. Сухого  
2023 год

УДК 621+620.22+622.276  
ББК 34.4+30.3+33.361  
Т 38

Редакционная коллегия:

Петришин Г.В. (декан машиностроительного факультета, к.т.н., доцент) ,  
Невзорова А.Б. (заведующий кафедрой НГР и ГПА, д.т.н., профессор),  
Стасенко Д.Л. (заведующий кафедрой ТМ, к.т.н., доцент )

Технические решения [Электронный ресурс] : сб. стендовых докл. науч.-практ. конф. магистрантов и аспирантов, Гомель, 23 янв. 2023 г. / М-во образования Респ. Беларусь, Гомел. гос. техн. ун-т им. П. О. Сухого, Машиностроит. фак. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2023. – 23 с.

Сборник стендовых докладов содержат результаты исследований магистрантов и аспирантов в области машиноведения и эксплуатации различного оборудования.

Для широкого круга читателей.

В авторской редакции

УДК 621+620.22+622.276  
ББК 34.4+30.3+33.361

© Оформление. ГГТУ им. П.О. Сухого, машиностроительный факультет, 2023.

# Содержание

<u>Атвиновская Татьяна. Оценка изменений концентрации йода и брома в попутных водах Березинского месторождения при их использовании в качестве гидроминерального сырья .....</u>	<u>4</u>
<u>Белозор Антон. Сущность параметрической оптимизации, формирование алгоритма многокритериальной оптимизации редуктора.....</u>	<u>5</u>
<u>Вежновец Александр. Повышение надежности МКПП на основе оптимизации ремонтных воздействий .....</u>	<u>6</u>
<u>Гурбан Ольга Анализ выбора ширины захвата жатки кормоуборочного комплекса.....</u>	<u>7</u>
<u>Железнякова Виоллета Конструктивные особенности гидрораспределителей.....</u>	<u>8</u>
<u>Невзоров Максим. Обеспечение качества подшипникового узла сошника сеялки агрегата АПК-4Д.....</u>	<u>9</u>
<u>Ильенко М. В. Повышение точности вертикально-фрезерных станков, посредством оптимизации позиционирования узлов станка .....</u>	<u>10</u>
<u>Капинский Никита . Анализ параметров бурения скважин с использованием роторных управляемых систем.....</u>	<u>11</u>
<u>Карпов Александр. Повышение точности универсально-сборных комбинированных инструментов путем оптимизации форм блок-вставок.....</u>	<u>12</u>
<u>Коваленко Е. Оптимизация состава бурового раствора на водной основе с применением высокотемпературного крахмала в условиях повышенных температур.....</u>	<u>13</u>
<u>Кушнер А.Л. Проектирование гидросистемы привода сточного тормоза привода радиатора комбайна КЗС 1624.....</u>	<u>14</u>
<u>Михальченко А.А. Исследование физико-механических свойств деталей, изготовленных методом FDM-печати.....</u>	<u>15</u>
<u>Папруга А.В. Модернизация оборудования и технологии турбинного бурения нефтяных скважин.....</u>	<u>16</u>
<u>Романенко В. Работа деревянных шпал в систем «колесо-рельс».....</u>	<u>17</u>
<u>Савков Н. Модернизация оборудования и технологии турбинного бурения нефтяных скважин .....</u>	<u>18</u>
<u>Фоменок М. Н. Статистические методы контроля и качества детали типа «Шестерня» .....</u>	<u>19</u>
<u>Чернецкий С.И. Модернизация стряжной доски в комбайнах с ротором-сепаратором .....</u>	<u>20</u>
<u>Шиленкова .В. Практическое применение геомеханики на примере отложений 1-3 пачки Речицкого месторождения.....</u>	<u>21</u>
<u>Янковец М.А. Определение перепадно-расходной характеристики LS-PS регулятора насоса методом имитационного моделирования.....</u>	<u>22</u>
<u>Янян Ю Analysis and modification of mechanical seal leakage of reaction feed pump in diesel hydrocracking unit.....</u>	<u>23</u>





## «ОЦЕНКА ИЗМЕНЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИЙ ЙОДА И БРОМА В ПОПУТНЫХ ВОДАХ БЕРЕЗИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПРИ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИИ В КАЧЕСТВЕ ГИДРОМИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ»



Атвиновская Татьяна, группа  
ЗМАГ36-11  
atvinovskaya@mail.ru

### Актуальность

С начала добычи нефти в Беларуси неоднократно поднимался вопрос использования попутных вод нефтяных месторождений в качестве гидроминерального сырья. Первоочередными задачами при этом считались оценка ресурсной базы промышленно ценных компонентов (прежде всего йода и брома) и обоснование технологических показателей извлечения этих компонентов. Несмотря на важность поднимаемой проблемы регулярные целенаправленные исследования в этом направлении не проводились, что определяет актуальность изучения данного направления.

### Цель работы

Целью данной работы является предложить новый методический подход по оценке процесса разубоживания попутных вод нефтяных месторождений Беларуси при их использовании в качестве гидроминерального сырья.

### Результаты исследования

Большинство нефтяных месторождений Припятского прогиба размещаются в засоленных природных резервуарах. Для поддержания пластового давления в этих месторождениях в продуктивные пласты закачиваются пресные и соленые (с невысокой минерализацией по сравнению с пластовыми рассолами) воды, которые обогащаются в пластовых условиях большим количеством хлорида натрия. Поэтому общая минерализация попутно добываемых с нефтью вод белорусских месторождений формируются не только за счет смешения закачиваемых вод с пластовыми рассолами, но и за счет растворения находящихся в продуктивных пластах галитовых включений.

Анализ существующих гидрохимических методов прогноза разубоживания попутно добываемых с нефтью вод для месторождений с засоленными коллекторами свидетельствует, что наиболее сложная их часть связана с определением долевого участия пластовых и закачиваемых вод в попутных рассолах. Для решения данной задачи предложено использовать суммарное содержание ионов кальция и магния. Определить долю закачиваемых вод в попутно добываемых рассолах можно по следующей формуле:

$$X = \frac{(Ca+Mg)_{пл} - (Ca+Mg)_{зас}}{(Ca+Mg)_{пл} - (Ca+Mg)_{з}}$$

где  $(Ca+Mg)_{пл}$ ,  $(Ca+Mg)_{зас}$ ,  $(Ca+Mg)_{з}$  суммарное содержание ионов кальция и магния в пластовой, попутной и закачиваемой воде, мг/л.

Зная долевое участие пластовых рассолов в попутно добываемых водах, мы можем оценить нижний предел содержащихся в них компонентов на весь период разработки залежей. Поэтому первоочередной задачей проводимых исследований является прогноз величины данного показателя по конкретным залежам на период работы предприятия по переработке гидроминерального сырья.

Проведенные в соответствии с изложенным методическим подходом расчеты по оценке изменения концентраций полезных компонентов использовали обобщенную зависимость изменения величины долевого участия пластовых рассолов в попутно добываемых водах (1-X) для всех скважин Березинского месторождения. Результаты этих расчетов приведены на рисунке 1.

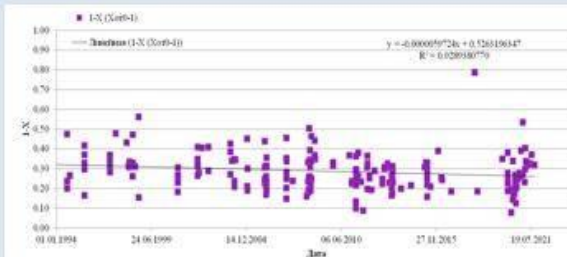


Рис. 1. Изменение величины долевого участия пластовых рассолов в попутно добываемых водах в процессе разработки Березинского месторождения

Представленные материалы свидетельствуют о том, что снижение концентраций брома и йода в попутных водах залежи III блока Березинского месторождения за десятилетний период их разубоживания оценивается соответственно на 4% и 9%, что позволяет говорить о целесообразности использования попутных вод рассматриваемой залежи нефти в качестве гидроминерального сырья совместно с попутными водами других разрабатываемых белорусских месторождений.

### Заключение

Таким образом, первоочередной задачей проводимых исследований является прогноз величины данного показателя по конкретным залежам на период работы предприятия по переработке гидроминерального сырья. В дальнейшем будет решаться задача по разбавлению оставшейся в залежи смеси пластовых и закачаных ранее вод отработанными водами после извлечения из них ценных компонентов с использованием формулы А.Р. Ахундова и Ш.Ф. Мехтиева.

### Список литературы

1. Порошин, В.Д. Методы обработки и интерпретации гидрохимических данных при контроле разработки нефтяных месторождений / В.Д. Порошин, В.В. Муляк - М.: Недра, 2004. – 220 с.
2. Порошина, С.Л. Новые подходы к оценке масштабов рассоления коллекторов нефтяных месторождений Беларуси по промысловым гидрохимическим данным / С.Л. Порошина // Вестник ГГТУ им. П.О. Сухого. - 2019. №4. – С. 3-12.
3. Порошина, С.Л. К вопросу представительности данных о химическом составе попутных вод нефтяных месторождений Беларуси и методических приемах их обработки (интерпретации) // Литасфера. – 2021. – № 1 (54). – С. 58-70.
5. Мехтиев, Ш.Ф. Практические вопросы нефтепромысловой гидрогеологии / Ш.Ф. Мехтиев, А.Р. Ахундов, Е.А. Ворошилов // - Баку: ЭЛМ, 1975. – 188 с.





## Сущность параметрической оптимизации, формирование алгоритма многокритериальной оптимизации редуктора

**Белозор Александр**, магистрант

Научный руководитель – к.т.н., доцент Попов В.Б.



### Актуальность

Редукторы получили широкое распространение не только в сельскохозяйственных машинах, но и в других отраслях производства, таких как станкостроение, автомобилестроение, производство климатотехники и систем вентиляции, поэтому важно их рационально проектировать. Уменьшение веса редуктора хотя бы на 10-15% в результате уточнения метода их расчета позволит сэкономить в целом по республике тысячи тонн металла.

### Цель работы

Рассчитать математическую модель редуктора, методом алгоритма многокритериальной оптимизации.

### Результаты исследования

В основе алгоритма лежит численное исследование пространства управляемых параметров редуктора. Укрупненная схема алгоритма приведена на рисунке 1. Процесс поиска оптимального решения выполняется за четыре этапа.

**1 этап** - составление таблиц испытаний. Выполняется последовательно, с помощью датчика случайных чисел с повышенной равномерностью, построенного на основе ЛПП- последовательности. Выбираются  $N$  пробных точек  $X_1, X_2 \dots X_n$ , равномерно расположенных в области поиска ограниченной параметрическими ограничениями при этом координаты каждой точки определяются по формуле:

$$x_{ij} = x_{i \min} + \xi_{ij}(x_{i \max} - x_{i \min}), \quad j = 1 \dots N, \quad i = 1 \dots n,$$

Где  $n$  - число параметров ( $\geq 2$ )

$\xi_{ij}$  - случайное число в диапазоне  $[0,1]$ ;

$N$  – число испытаний;

$x_{i \max}, x_{i \min}$  - минимальные (максимальные) значения варьируемых параметров.

В каждой из точек области поиска проверяются функциональные ограничения  $P_1(x_i), \dots, P_g(x_i)$  и в случае их выполнения вычисляются значения всех критериев  $x_{i \max}, x_{i \min}$ .

**2 этап** - назначение критериальных ограничений. Этап выполняется проектировщиком на основе анализа таблиц испытаний. По каждому из критериев конструктор указывает номер точки, в которой критерий принимает экстремальное значение.

**3 этап** - формирование паретовского множества. Этап выполняется автоматически. Сначала определяются все точки, удовлетворяющие всем критериальным ограничениям. При этом возможна ситуация, что в силу назначения проектировщиком жестких критериальных ограничений такие точки не обнаружатся. В этом случае необходимо вернуться к этапу 2 и ослабить требования к редуктору, либо изменить исходные данные и решить задачу повторно.

**4 этап** - определение окончательного варианта из паретовского множества проектных решений.

### Заключение

Выполнен анализ конструктивных решений редукторов с применением многокритериальной оптимизации в результате которого метод позволит найти самое наилучшее решение по многим критериям. Одним из главных недостатков данного метода является эффективность Парето, при котором не один показатель системы не может быть улучшен без ухудшения какого-либо другого показателя.

### Список литературы

1. Кадач Т.В., Попов В.Б. Принятие решений при автоматизированном проектировании типовых зубчатых редукторов / Вестник ГГТУ им. П.О. Сухого. - 2007. - №1. - С. 22-28.
2. Попов В.Б., Кадач Т.В. Подсистема принятия решений при проектировании технических систем / Вестник ГГТУ им. П.О. Сухого. - 2007. - №4. - С. 20-29.

### Контакты

Белозор Антон Александрович  
Email: hilkalineage@gmail.com

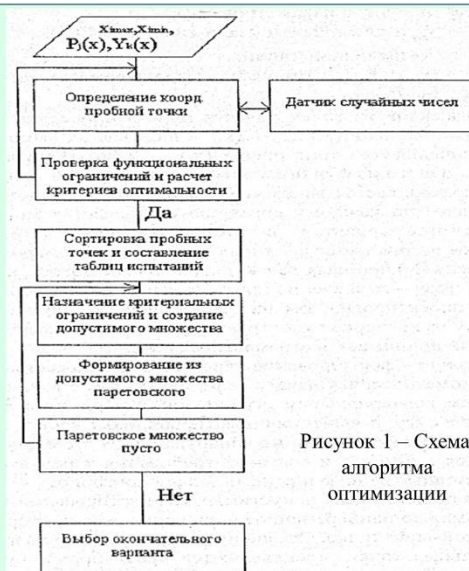


Рисунок 1 – Схема алгоритма оптимизации



## ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ МКПП НА ОСНОВЕ ОПТИМИЗАЦИИ РЕМОНТНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ

**Вежновец Александр Михайлович** (магистрант, группа ЗМАГ36-11)

*Научный руководитель – д.т.н., профессор Михайлов М.И*



### Введение

В настоящее время наблюдается интенсивная эксплуатация городского автобуса МА3-105 в городской черте. В целях повышения эффективности использования механической пятиступенчатой коробки передач (МКПП) автобуса МА3-105 необходима оптимизация ремонтных воздействий в условиях ограниченных трудовых ресурсов с учетом влияния факторов трудоемкости ремонта, годового фонда рабочего времени, структуры ремонтных воздействий.

### Цель работы

Повышение надежности МКПП автобуса МА3-105 за счет оптимизации ремонтных воздействий в условиях ограниченных трудовых ресурсов с учетом влияния факторов трудоемкости ремонта.

### Объект исследования

МКПП автобуса МА3-105 и показатели его надежности.

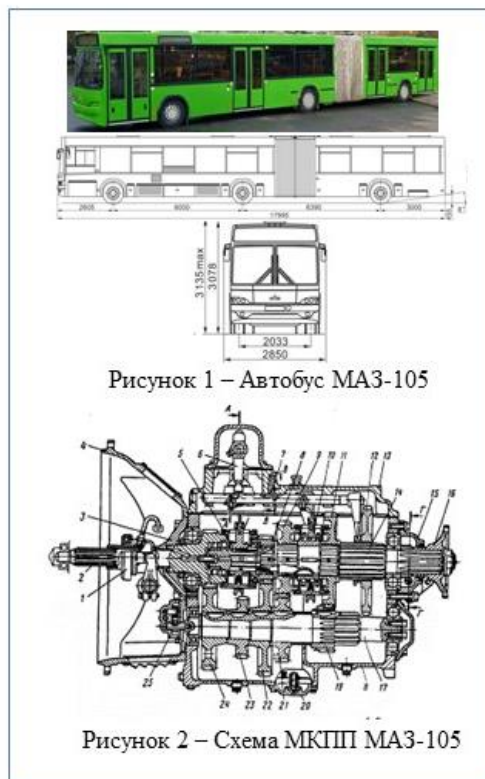


Рисунок 1 – Автобус МА3-105

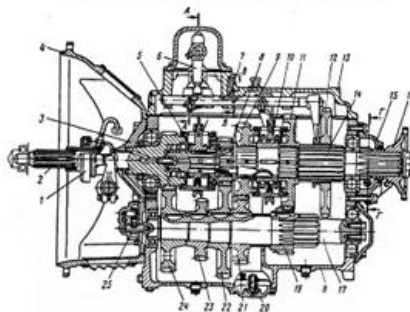


Рисунок 2 – Схема МКПП МА3-105

Проведенное исследование позволило установить наличие причинно-следственной связи между отказами МКПП, системой технического обслуживания и показателями надежности эксплуатации МКПП МА3-105.

### Заключение

Посредством методики нечеткой логики были оптимизированы ремонтные воздействия в условиях ограниченных трудовых ресурсов с учетом влияния факторов трудоемкости ремонта, годового фонда рабочего времени, структуры ремонтных воздействий.

### Список литературы

- 1.ГОСТ 15.601-98. Техническое обслуживание и ремонт техники.
- 2.Расторгуев, Г.А. Выбор структуры ремонтных воздействий в условиях ограниченных ресурсов / Г.А. Расторгуев // Ремонт, восстановление, модернизация. – 2013. – № 3. – С. 42-48.
- 3.Сайтгареева Р.Ш. Применение механизмов нечеткой логики. Вестник ВЭГУ / Р.Ш. Сайтгареева, А.А. Колесников. – 2009. – № 2 (40). – С. 77-83.







Гурбан Ольга Константиновна,  
аспирант ГГТУ имени П.О. Сухого

## АНАЛИЗ ВЫБОРА ШИРИНЫ ЗАХВАТА ЖАТКИ КОРМОУБОРОЧНОГО КОМПЛЕКСА

### • Введение

Заготовка кормов в необходимых объемах, в оптимальные сроки, с высоким качеством и минимальными издержками – на решение этих задач ориентированы самоходные кормоуборочные комбайны. Использование данной техники позволяет заготовить значительный объем кормов и именно в тот короткий период, когда растения наиболее богаты протеином. Такие корма прекрасно хранятся, не теряя своей энергетической ценности, и позволяют формировать полноценные кормовые рационы, сократив до минимума затраты на комбикорма.

Первостепенное значение своевременности заготовки кормов – это надежность и качество изготовления кормоуборочных комбайнов. Многообразие почвенно-климатических условий, размеры хозяйств, форма и организация их ведения, урожайность кормовых культур, объем и вид заготавливаемого корма определяют широкую номенклатуру кормоуборочных комбайнов, которые отличаются по энергонасыщенности, способу агрегатирования (самоходные, прицепные, навесные), типу измельчающего аппарата (цилиндрический, дисковый, роторный), применяемым адаптерам.

### • Цель работы

Выявить оптимальные показатели выбора кормоуборочного комплекса в сравнении КВК-800 и КВК-8060 по производительности и ширине захвата адаптера

### • Методика выполнения

Анализ технологических решений, направленных на оптимальный выбор производительности и затрат на топливо при уборке урожая.



Рисунок 1 – Комплекс КВК-800



Рисунок 2 – Комплекс КВК-8060

### • Результаты исследований

Жатка подбирается индивидуально для каждой культуры отдельно, так что бы загрузка ротора была 90% иначе будут идти потери, размеры тоже должны быть подобраны согласно урожайности. Объем который пропускает через себя комбайн лимитирован. Большая жатка (6 м) и маленькая скорость в сравнении маленькая жатка (2,2 м) и большая скорость-производительность будет одинаковая. При выборе жатки надо определить рабочую ширину - это будет влиять напрямую на работу комбайна. Широкие жатки стоят дороже, но они эффективны на ровных и широких полях:

- 1) Сократят количество проходов по полю и количество разворотов;
- 2) Снизят уплотнение почвы и площадь пропусков - т. е. выработка комбайна поднимется.
- 3) Чем больше ширина, тем меньше скорость - это даёт комбайнеру вовремя среагировать на преграду впереди и обезопасить комбайн от поломок, + расход топлива меньше - это позволяет сэкономить больше топлива.
- 4) Чем меньше ширина, тем больше скорость - превышенная скорость работы, т. е. повышенный расход топлива и увеличенный износ деталей комбайна. Увеличиваются риски огрехов при уборке и шанс нарваться на преграду - отсюда и поломки.

Анализ показывает, что комбайн с широкой и тяжелой жаткой, движущийся на низкой скорости, будет тратить больше топлива, чем комбайн с более узкой и легкой жаткой, движущийся на более высокой скорости.

**Благодарности.** Выражаю благодарность д.т.н., профессору Невзорова А.Б. за консультацию при подготовке данного доклада.

### Список литературы

1. Чудаков, Д. А. Основы теории трактора и автомобиля / Д. А. Чудаков – М. : Издво с.-х лит., 1962.
2. Гуськов, В. В. Тракторы, теория / В. В. Гуськов. – М. : Машиностроение, 1988.
3. Скотников, В. А. Проходимость машин / В. А. Скотников, А. В. Пономарев, А. В. Климанов. – Минск : Наука и техника, 1982.
4. Рехлицкий, О. В. Рациональное распределение массы по опорам самоходного кормоуборочного комбайна / О. В. Рехлицкий, Ю. В. Чупрынин // Вестн. Гомел. гос. техн. ун-та им. П. О. Сухого. – 2013. – № 4. – С. 49–57.

## КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ГИДРОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЕЙ



Железнякова Ю.И. (аспирант)

Научный руководитель –  
к.т.н., доцент Стасенко Д.Л.

### Введение

Проблема экономии и рационального использования материальных ресурсов в условиях нынешнего этапа развития экономики приобрела особую актуальность. Экономия материальных ресурсов является залогом успеха, как отдельного предприятия, так и экономики страны в целом.

Перспективным направлением решения данной задачи является разработка новых конструкций гидроаппаратов. Современные требования, предъявляемые к гидросистемам, определяют условие работы гидроаппаратуры [1].

Задачей проектирования гидроаппаратов является снижение гидродинамической силы, улучшение перепадно-расходных характеристик, в том числе в пропорциональном гидрораспределителе, и снижение потерь давления рабочей жидкости при протекании ее через канавки проточной части и каналы корпуса [2].

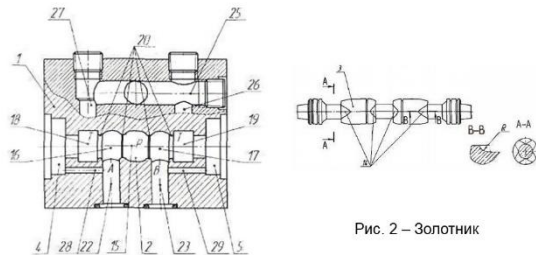


Рис. 1 – Корпус гидрораспределителя

Рис. 2 – Золотник

### Основная часть

В гидрораспределителе (рисунок 1), содержащем цилиндрический золотник, размещенный в проточной части, образованной, канавками внутри корпуса, к которым подведены канал подвода, канал слива, объединяющий две крайние канавки друг с другом, два цилиндрических канала, на торцах которых выполнены полости, с установленными в них элементами управления золотником и соединенные с цилиндрическими каналами дренажными отверстиями, согласно полезной модели на поверхности цилиндрического золотника выполнены дросселирующие канавки радиусной формы (рисунок 2), а соединение канавок проточной части и каналов подвода, слива и цилиндрических выполнены сопрягаемыми плавными поверхностями, которые реализованы в виде цилиндрических, или конических, или сферических форм, или комбинацией этих форм [3].

Предлагаемая конструкция распределителя по сравнению с известными позволяет:

- снизить гидродинамическую силу за счет сформированной на цилиндрическом золотнике дросселирующей радиусной канавки;
- снизить потери давления потока рабочей жидкости за счет сопряжения каналов и канавок проточной части плавными поверхностями, которые реализованы в виде цилиндрических, или конических, или сферических форм, или комбинацией этих форм.

На величину потерь давления при протекании потока жидкости в гидроаппаратах также оказывает существенное влияние и внутренняя форма корпуса [4], поэтому рассмотрим несколько распространенных типов сопряжений каналов подвода и отвода рабочей жидкости к проточной полости. Для анализа конструкции с различными типами сопряжений каналов подвода и отвода рабочей жидкости к проточной полости были построены их перепадно-расходные характеристики  $\Delta p = f(Q)$  при различных давлениях (рисунок 3).

В результате анализа полученных моделей очевидно, что использование дроссельных канавок на золотнике типа «треугольный запил» и «профильного» входа и сопряжения каналов подвода рабочей жидкости к проточной части обеспечивает наименьшие потери давления с наименьшими гидродинамическими силами.

### Библиографический список

1. Особенности форсирования по давлению аксиальноопорных гидромашин / А. В. Михневич, Д. Л. Стасенко // Механика 2011: сб. науч. тр. В. Белорусского конгресса по теорет. и прикладной механике. Минск, 26-28 окт. 2011 г.: в 2 т. / Объедин. ин-т машиностроения НАН РБ, 2011, с. 103-107.
2. Моделирование процессов течения жидкости в проточной части гидрораспределителя, форсированного по давлению / Д. Л. Стасенко, Д. В. Лаевский // Вестник ГГТУ им. П.О.Сухого. 2013. – №2 – С. 17-24.
3. Пропорциональный гидрораспределитель: пат на полез. модель. 8990, МПК7 F15B13/044/ Д. В. Лаевский, Д. Л. Стасенко. -заявитель ГГТУ им. П.О. Сухого. - № u 2012634; заявл. 25.06.2012; опубл. 16.11.2012 // Афишныи бюл./ Нац. центр інтелектуал. уласнасці. - 2012.
4. Закономерности движения жидкости и влияние гидродинамических сил на золотниках пропорционального гидрораспределителя Д. Л. Стасенко, Д. В. Лаевский Сборник материалов Международной научно-практической конференции молодых ученых «Научные стремления - 2011» (14-18 ноября 2011 года). Том 1 / Совет молодых ученых Национальной академии наук Беларуси. – Минск: Белорусская наука, 2011. С. 674-678.

### Заключение

Проведенный анализ показал, что использование дроссельных канавок на золотнике типа «треугольный запил» и «профильного» входа и сопряжения каналов подвода рабочей жидкости к проточной части обеспечивает наименьшие потери давления в 4-5 раз по сравнению с другими, а полученные зависимости позволяют прогнозировать потери давления, при использовании гидроаппарата данного типа для различных значений рабочего давления.

Предлагаемое техническое решение может быть использовано при форсировании давления в гидросистеме, что поможет избежать увеличения габаритов гидроаппаратов, уменьшая их материалоемкость, а так же улучшая их перепадно-расходные характеристики, отвечающие за надежность, безопасность работы гидроаппарата и гидросистемы в целом.

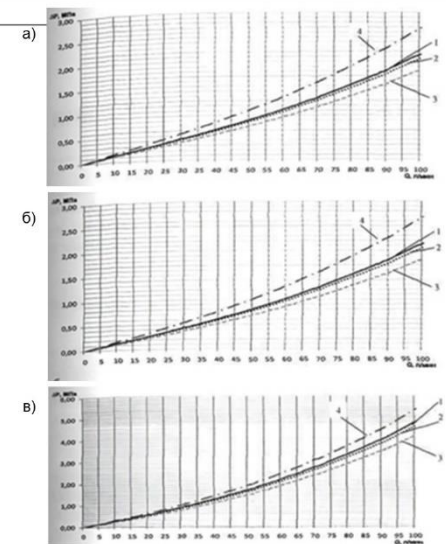


Рис. 3 – Перепадно-расходные характеристики  $\Delta p = f(Q)$ :  
а –  $P_{ном}=25$  МПа; б -  $P_{ном}=32$  МПа; в -  $P_{ном}=50$  МПа  
(1 – прямой вход; 2 – радиусный вход; 3 – профильный вход;  
4 – вход с фаской 60°)





## Обеспечение качества подшипникового узла сошника сеялки агрегата АПК-4Д



Невзоров Максим, магистрант ГГТУ имени П.О. Сухого

### Введение

Для обеспечения высокой надежности эксплуатации сельскохозяйственных механизмов с подшипниками скольжения на основе прессованной модифицированной древесины, применяемых в сложном оборудовании, необходимо обеспечить контроль качества и достаточный уровень мониторинга технического состояния, а также диагностику возникающих дефектов [1,2].

**Цель работы** - проанализировать условия эксплуатации и возможные пути повышения срока службы узла сошника сеялки с подшипником скольжения самосмазывающимся на основе модифицированной древесины (ПССД) .

### Результаты и рекомендации.

Установка ПССД в сошник сеялки взамен двухрядного подшипника скольжения с манжетными уплотнениями показал высокую эксплуатационную способность узла трения в условиях абразивно-агрессивных сред [3]. Однако при установке отдельных партий ПССД был зафиксирован выход из строя сошника с сильным износом внутреннего кольца, сопряженного с осью. В то же время осмотр вкладыша из ПССД не обнаружил изменения первоначального качества и износа поверхности.

Для определения точной причины преждевременного выхода из строя внутреннего металлического кольца подшипникового узла сошника сеялки трения агрегата АПК-4Д из-за катастрофического износа был проведен тщательный осмотр и анализ механических повреждений сошника сеялки, выведенного после 24 часов эксплуатации из строя из-за существенного перекоса и заклинивания при работе. Выявленная при разборке дефектного узла (рисунок 1) картина износа металлических элементов подшипника (1, 2, 3) при работоспособном вкладыше из ПССД (4) свидетельствует о воздействии на узел ступицы значительной нагрузки, обратной по отношению к расчетной, что может иметь место при неправильном монтаже узла.

Рисунок 1 – Элементы узла трения сошника сеялки после эксплуатации:

- 1 – ось;
- 2 – внутреннее кольцо;
- 3 – стопорное кольцо;
- 4 – вкладыш ТПД



В связи с катастрофическим износом металлических поверхностей были проведены исследования для установления марки стали и ее твердости на предмет соответствия нормативным. На основании полученных данных при помощи оптико-эмиссионного спектрометра OBLF модели QSN 750 выявлено, что химический состав стали оси узла трения соответствовал марки стали 45. Однако твердость поверхностей оси и внутреннего кольца в области позиций 1 и 2 находилась в пределах 23–27 HRC, что в два раза меньше допустимого значения по конструкторской документации.

**Заключение** Таким образом, установлено, что узла, неправильном монтаже и несоблюдении режимов термообработки. Для повышения прочности колец необходимо проводить их финишную обработку [3], что позволит повысить качество узла трения и увеличить срок эксплуатации подшипникового узла с ПССД сошника сеялки трения агрегата АПК-4Д .

**Благодарности.** Автор выражает признательность д.т.н., профессору Врублевской В.И. и к.т.н., доценту Петришину Г.В. за ценные советы при подготовке данного доклада.

### Литература

1. Врублевский В.Б. Подшипники скольжения на основе древесины: проектирование и взаимозаменяемость: пособие / В.Б. Врублевский, А.Б. Невзорова, В.А. Довяло. – Гомель: БелГУТ, 2001. – 55 с.
2. Врублевская В.И. Моделирование гигроскопичности древесины на молекулярном уровне и обоснование качественной СВЧ-сушки / В.И. Врублевская, М.О. Матусевич, А.Б. Невзорова. – *Известия национальной Академии наук Беларуси. серия физико-технических наук.* – 2013. - №1. – С. 29-33.
3. Кульгейко М.П. Роль инверсионности способов магнитно-электрической обработки при создании технологических комплексов генерации поверхностей / М.П. Кульгейко, Г.В. Петришин, Н.М. Симанович. - *Вестник Белорусско-Российского университета*, 2020. - № 4(69). – С. 21-30.



## ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ ВЕРТИКАЛЬНО-ФРЕЗЕРНЫХ СТАНКОВ, ПОСРЕДСТВОМ ОПТИМИЗАЦИИ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ УЗЛОВ СТАНКА

**Ильенко Михаил Васильевич**, магистрант, группа ЗМАГ-36

*Научный руководитель: д.т.н., профессор Михайлов М.И.*



### Актуальность

Организация диагностики процессов состояния узлов вертикально-фрезерного станка имеет большое значение для точности их позиционирования и дальнейшей эксплуатации станка.

### Цель работы

Целью данной работы является повышение точности вертикально-фрезерных станков, посредством оптимизации позиционирования его узлов станка.

### Объект исследований

Узлы вертикально-фрезерного станка

### Результаты исследования

Нагрев основных элементов станка приводит к изменению их геометрических размеров и формы, что, в свою очередь, приводит к перемещениям и поворотам других элементов станка, точность положения и движения которых влияет на точность позиционирования вертикально-фрезерного станка модели FSS450, которая составляет до 0.025мм.

Для решения данной задачи предложено использовать ряд мероприятий:

– интенсификации отвода теплоты от основных элементов станка, например, путем увеличения площади теплоотдающей поверхности или улучшения условий теплоотдачи посредством принудительной внешней или внутренней конвекции: оребрения наружных поверхностей теплоотдачи; разбрызгивания масла на внутренней поверхности шпиндельной корбки; охлаждения внутренней



Рисунок 1 – Схема охлаждения опор шпинделя и передачи винт-гайка

– рационального выбора баз, схем базирования и крепления, направления тепловых смещений основных элементов станка так, чтобы это не влияло на показатели точности станка;

– взаимной компенсации тепловых смещений основных элементов станка; выбора компоновки и схем базирования основных элементов станка таким образом, чтобы тепловые смещения взаимно уничтожались (рисунок 2);

поверхности станины СОЖ; применения охлаждающих устройств - компрессорных холодильников, термоэлектрических батарей, полупроводниковых охлаждающих устройств (рисунок 1);



Рисунок 2 – Вертикально-фрезерный станок (без защитных кожухов)

### Заключение

Исходя из результатов исследования можно сделать вывод, при применении вышеуказанных мероприятий существует возможность обеспечить требуемую точность станка.

### Список литературы

1. Бушуев, В. В. Основы конструирования станков : учеб. пособие / В. В. Бушуев. – М. : Станкин, 1992. – 520 с
2. Конструирование и расчет станков Учебное пособие / Михайлов М.И. - Гомель, 2020-13 с.
3. Металлорежущие станки / под ред. В. Э. Пуша. – М. : Машиностроение, 1985. – 576 с.





## АНАЛИЗ ПАРАМЕТРОВ БУРЕНИЯ СКВАЖИН С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РОТОРНЫХ УПРАВЛЯЕМЫХ СИСТЕМ



**Капинский Никита Олегович**, магистрант

*Научный руководитель – доктор геол.-мин. наук, доцент Порошин В.Д.*

### • Введение

Повышение добычи углеводородного сырья путем разработки, например шельфовых месторождений, а также доработки ранее разбуренных площадей предусматривает наличие сложно построенных профилей, траектории которых могут содержать искривленные участки, имеющие ограниченный (минимально возможный) радиус.

### • Цель работы

Выявить оптимальные режимы бурения, обеспечивающие минимальную амплитуду колебаний РУС и недопущения резонанса компоновки низа буровой колонны (КНБК).

### • Методика выполнения

Анализ результатов исследований технологических решений, направленных на повышение эффективности бурения скважин за счет оптимизации динамики работы.

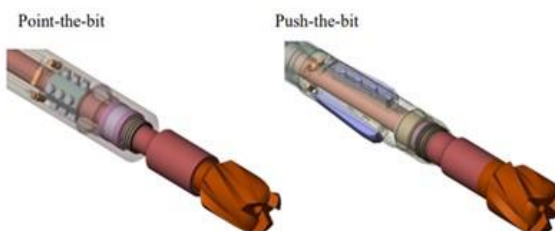


Рисунок 1 – Виды управляющих систем

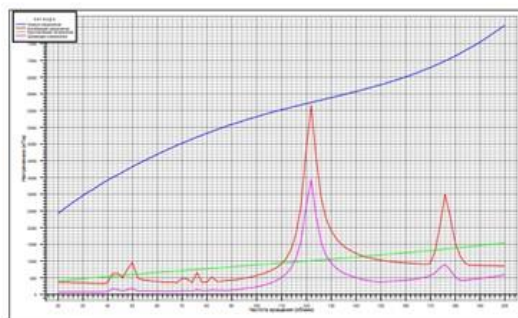


Рисунок 2 График напряжения при различных частотах вращения

### • Результаты исследований

При работе с частотой 125-135 и 165 об/мин и выше возможны возникновения колебаний КНБК. Одним из вариантов снижения величины напряжений может быть исключение данной секции из КНБК и увеличение количества ТБТ ниже и выше с целью обеспечения большей жесткости (сопротивления изгибу) и большей площади тела трубы (увеличение стойкости к скручивающим и срезающим нагрузкам).

### • Список литературы

1. Грязнов Г.С. Особенности глубокого бурения скважин в районах вечной мерзлоты. – М., «Недра», 1969. – 168 с.
2. Медведский Р.И. Строительство и эксплуатация скважин на нефть и газ в вечномёрзлых породах. – М: «Недра», 1987. - 230 с.
3. Проблемы устойчивости добывающих скважин месторождений полуострова Ямал. -- М.: ИРЦ Газпром, 1997, 159 с.



*«Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого», кафедра «Технология машиностроения»*  
**«Повышение точности универсально-сборных комбинированных инструментов путём оптимизации форм блок-вставок»**  
Карпов Александр Александрович (магистрант, группа ЗМАГ 36)  
Научный руководитель: д.т.н., профессор Михайлов М.И.



### Аннотация

В современном производстве различных деталей машиностроения широко используются сборные металлорежущие инструменты с механическим креплением сменных многогранных пластин. Одним из основных требований, предъявляемых к этим инструментам, является точность их конструкций. Так как точность изготовления деталей машиностроения постоянно изменяется, необходимо повышать точность конструкций металлорежущего инструмента.

### Введение

В данной исследовательской работе для разработанных конструкций универсально-сборных комбинированных металлорежущих инструментов проводится расчёт параметров точности конструкций этих инструментов и определяется влияние параметров инструментов на их точность.

### Цель работы

Повышение геометрической и статической точности конструкций универсально-сборных комбинированных металлорежущих инструментов.

### Методика исследований

Исследование погрешности позиционирования элементов сборного инструмента производится через определение элементарных поворотов и перемещений, совершаемых последовательно одним элементом относительно другого из номинального положения в предельное.

Исследование геометрической точности сборного инструмента производится определением биения режущей части инструмента.

Исследование статической точности сборного инструмента производится определением перемещения вершины инструмента под действием нагрузки.

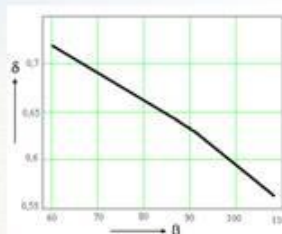


Рисунок 1 – График зависимости точности позиционирования СМП от угла при вершине СМП

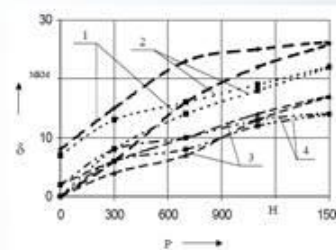


Рисунок 2 – График зависимости перемещения вершины СМП от прикладываемой нагрузки

### Заключение

В результате выполнения исследовательской работы будут получены зависимости геометрической и статической точности от конструктивных параметров и размеров блок-вставок сборных металлорежущих инструментов.

### Литература

1. Точность сборного режущего инструмента. Учебное пособие по курсу «Режущий инструмент и инструментальное обеспечение автоматизированного производства»/ М.И. Михайлов. – Гомель: ГПИ, 1992. – 33 с.
2. Михайлов М.И. Исследование влияния контурных площадей базовых граней СМП на статическую точность сборных резцов/ М.И. Михайлов// Вестник ГГТУ им. П.О. Сухого. – 2001. – №1. – С. 16-20.
3. Михайлов М.И. Моделирование точности позиционирования СМП в корпусе инструмента плоскостным методом/ М.И. Михайлов// Вестник ГГТУ им. П.О. Сухого. – 2009. – №3. – С. 30-36.





## Оптимизация состава бурового раствора на водной основе с применением высокотемпературного крахмала в условиях повышенных температур

**Коваленко Егор Игоревич**, магистрант группы ЗМАГ36-11  
*Научный руководитель – к.т.н., доцент Демяненко Н.А.*



### Актуальность

В настоящее время большинство осложнений и аварий связано с нестабильностью с проблемами управления параметрами буровых растворов на водной основе при бурении в условиях повышенных температур, которые в последствии увеличивают затраты на строительство скважин.

### Цель работы

Оптимизация состава бурового раствора на водной основе с применением высокотемпературного крахмала в условиях повышенных температур для поддержания фильтрации бурового раствора.

### Методика исследований

Исследование показателя фильтрации определяется объемом дисперсионной среды, отфильтрованной за определенное время при пропускании бурового раствора через бумажный фильтр ограниченной площади. Для исследования термостойкости бурового раствора проводились замеры пробы бурового раствора на изменение показателя фильтрации до термостатирования и после.

На рисунке 1 представлены результаты лабораторных исследований бурового раствора на водной основе составом (Caustic soda 0,05% + Potassium Chloride 24% + Xanthan Gum 0,45% + Calcium Carbonate Fine 3% + PAC 0,5% + BaraFLC W-490 – 2%).

Изменение параметра фильтрации от температуры

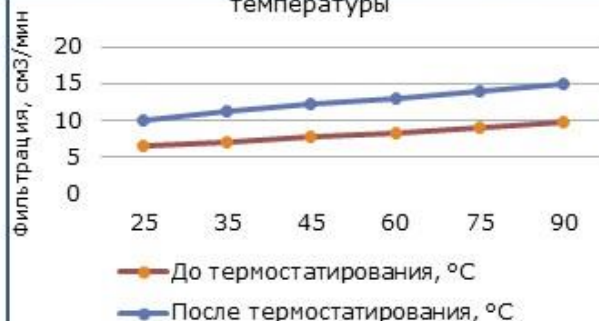


Рисунок 1 – Зависимость параметра фильтрации от температуры

Из рисунка 1 мы видим, что термостойкость данного состава бурового раствора не сохраняется. Для повышения термостойкости предложено внести изменения в состав бурового раствора, а именно – исключить асфальтены и добавить высокотемпературный крахмал Dextrid LTE. На рисунке 2 представлена трехмерная модель влияния различных концентраций крахмала и полимера на показатель фильтрации.

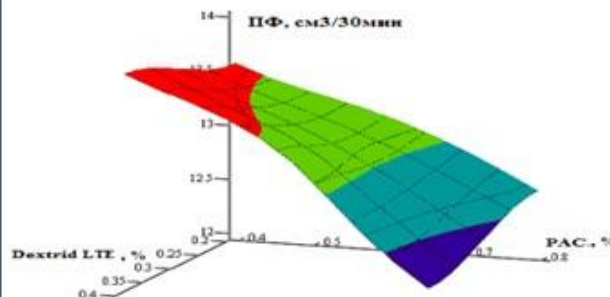


Рисунок 2 – Влияние различных концентраций крахмала и полимера на показатель фильтрации

Из результатов модели видно, что, варьируя концентрацией исходных реагентов, можно регулировать значения показателя фильтрации.

### Заключение

Построенная модель не учитывает изменение многих параметров бурового раствора при изменении его состава и концентрации реагентов. В результате дальнейшего выполнения исследовательской работы будут получены зависимости фактических структурно-реологических и фильтрационных параметров бурового раствора от модельных данных с применением метода планируемого эксперимента.

### Список литературы

1. Ангелопуло О.К., Подгорнов В.М., Аваков В.Э. Буровые растворы для осложненных условий - М.: Недра, 1988. - 135 с.
2. Курбанов Х.Н. Буровые растворы для сохранения фильтрационно-емкостных свойств коллектора при первичном вскрытии пласта // Инженер-нефтяник. – 2016. – № 3. – С. 18–22.
3. РД 39-00147001-773-2004 Методика контроля параметров буровых растворов. ОАО «НПО «Бурение». – Краснодар, 2004. – 136 с.



## Проектирование гидросистемы привода стояночного тормоза и привода радиатора комбайна КЗС 1624

Кушнер Артём Леонидович, ГА-51

Научный руководитель – д.т.н., профессор Невзорова А.Б.



### • Введение

Гидросистема комбайна состоит из нескольких гидросистем, разделяющихся между собой по назначению, но с общим гидробаком. Гидросистема привода радиатора предназначена для охлаждения масла гидросистемы комбайна, а гидросистема стояночного тормоза служит для отключения стояночного тормоза при движении комбайна.

### • Цель работы

Разработать гидросистему привода стояночного тормоза и привода радиатора комбайна КЗС 1624.

### • Методика выполнения

В своей работе использовал САПР Компас 3D, в которой проектировал 3D узлы системы и основные сборочные чертежи.

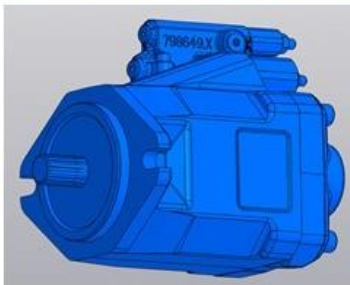


Рисунок 1 – Насос аксиально-поршневой

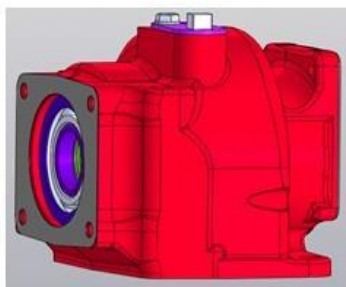


Рисунок 2 – Привод для установки насоса

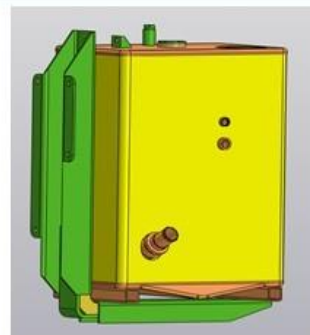


Рисунок 3 – Бак гидравлический

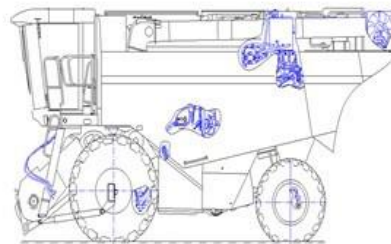


Рисунок 4 – Сборочный чертеж гидросистемы комбайна

### • Что получилось

Были разработаны гидравлические системы и нанесены на общий чертеж комбайна (рисунок 4), а также созданы 3D модели составных частей системы: аксиально-поршневой насос (рисунок 1), привод для установки насоса (рисунок 2), бак гидравлический (рисунок 3).

### • Заключение

В результате лабораторных работ разработал комплект сборочных чертежей и на их основе создал 3D модели.

### • Список литературы

1. Руководство по эксплуатации комбайна КЗС 1624, 2016.
2. ГОСТ 2.119. ЕСКД. Эскизный проект
3. ГОСТ 2.317-2011 ЕСКД. Аксонометрические проекции





## ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ДЕТАЛЕЙ, ИЗГОТОВЛЕННЫХ МЕТОДОМ FDM-ПЕЧАТИ

Михальченко Александрина Александровна, аспирант, Белорусский государственный университет транспорта  
Научный руководитель – д.т.н., профессор А.Б. Невзорова



**Аннотация.** Аддитивное производство – это процесс соединения материалов для создания объектов из данных трехмерной модели, обычно слой за слоем, в отличие от технологий субтрактивного производства.

Аддитивные технологии производства облегчают изготовление деталей и устройств, которые являются геометрически сложными, имеют дифференцированный состав материалов и могут быть настроены для проектирования и изготовления ячеистых структур.

**Введение.** Использование 3D-принтеров на промышленных предприятиях позволяет получить высокую гибкость производства, а также снизить затраты на производство и транспортировку деталей. [1, 2]. С развитием, доступностью и невысокой стоимостью данной технологии число примеров внедрения 3D-принтеров на предприятиях с каждым годом стремительно растёт.

**Цель исследования** – изучить влияние различных параметров 3D-печати на точность и качество получаемых изделий.

**Результаты.** Тестовые образцы деталей были запроктированы и распечатаны на 3D-принтере *Flashforge Finder* для дальнейших экспериментальных исследований. Была проведена оценка точности геометрических параметров деталей. По результатам проведённых измерений обнаружены ограничения на возможность создания мелких геометрических элементов деталей. Установлены факторы, влияющие на точность получаемых изделий, по параметрам программного обеспечения (ПО) 3D-принтера, как: выбор режима качества печати; настройка степени заполнения при печати; выбор коэффициента экструдирования. Поэтому при использовании технологии FDM-печати накладываются ограничения на форму и параметры элементов детали.

Установлено, что на отклонения формы и размеров изделий значительное влияние оказывают технологические режимы работы экструзионных головок 3D-принтера, которые задаются через настройки специализированного программного обеспечения, осуществляющего генерацию управляющего G-кода. Важной задачей является определение оптимальных значений настроек, обеспечивающих получение максимально точных по размерам изделий, а также создание прикладных приложений, выполняющих предварительный анализ геометрии 3D-модели и позволяющих автоматизировать выбор оптимальных настроек печати [5–7].

При подготовке моделей и проведении пробных экспериментов были отобраны следующие параметры, которые могут оказывать влияние на качество и точность деталей:

– степень заполнения (Fill Density), которая выражается процентом заполнения структурами поддержки внутренней полости модели в ходе печати;

– коэффициент экструдирования (*Extrusion Ratio*), позволяющий управлять интенсивностью подачи материала в печатающую головку принтера;

– различные настройки, определяющие толщину (высоту) и количество укладываемых слоев при печати изделия;

– число проходов при построении оболочки (то есть число проходов при построении внешнего контура изделия на каждом слое);

– стандартные наборы настроек качества печати (*Resolution*), определенные производителем принтера.

В таблице приведены параметры исследуемых образцов, полученные экспериментально.

Модель принтера	FlashForge Finder		
Технология печати	последнее наплавление (FDM-печать)		
Рабочий материал	PLA	ABS	PETG
Геометрические размеры	20 x 10 x 5		
Толщина слоя, мм	0,06-0,3	0,1-0,5	0,3-0,5
Количество печатающих головок	1	1	1
Заявленная точность печати, мм	100	100	100
Степень заполнения, %	15	15	15
Коэффициент экструдирования, %	109	109	109
Твёрдость (по Роквеллу)	R70	R105	R106
Масса, г	1,110	0,810	1,101
Плотность, г/см <sup>3</sup>	1,23	1,1	1,3
Температура плавления, °C	174	178	224
Температура размягчения, °C	50	100	80
Усадка при изготовлении	нет	до 0,8%	нет
Химическая формула	(C <sub>3</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub> ) <sub>n</sub>	(C <sub>8</sub> H <sub>8</sub> Si <sub>2</sub> C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> N <sub>2</sub> ) <sub>n</sub>	(C <sub>10</sub> H <sub>8</sub> O <sub>2</sub> ) <sub>n</sub>
Прочность на изгиб, МПа	54	40	74,5
Прочность на разрыв, МПа	57	22	35,1

На рисунке ниже представлены исследуемые образцы после проведения экспериментов.

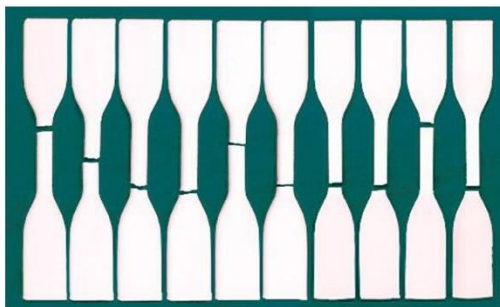


Рисунок 1 – Образцы из PLA-пластика белого цвета, изготовленные при температуре 190°C, после испытаний на разрыв и растяжение

Проведено сравнение параметров образцов, полученных из различных видов пластика. Установлено, что при одинаковых коэффициентах экструдирования и степени заполнения, наибольшую твёрдость имеет образец, выполненный из PETG пластика (R106), который также обладает наибольшей температурой плавления (224 °C), температура размягчения 80 °C. У изделий из данного пластика отсутствует усадка при изготовлении, обладает самой высокой прочностью на изгиб (74,5 МПа) среди прочих материалов, использованных при исследовании, и средней прочностью на разрыв (35,1 МПа). Что касается образцов из пластика ABS, они также обладают высокой твёрдостью (R105), температурой плавления 178 °C, более высокой температурой размягчения (100 °C), по сравнению с образцами из PETG и PLA пластиков. Однако, наряду с этим, присутствует усадка при изготовлении до 0,8%. Обладают средними прочностью на изгиб и разрыв (40 и 22 МПа, соответственно). Что касается образцов, выполненных из PLA пластика, они обладают самой низкой температурой размягчения (50 °C), относительно низкой твёрдостью (R70), при этом отсутствует усадка, а прочность на изгиб и разрыв составляют 54 МПа и 57 МПа соответственно.

**Заключение.** При проведении исследования было изучено влияние различных параметров 3D-печати на точность и качество получаемых изделий. При подготовке моделей и проведении пробных экспериментов были отобраны следующие параметры, которые могут оказывать влияние на качество и точность деталей: степень заполнения, коэффициент экструдирования, различные настройки, определяющие толщину (высоту) и количество укладываемых слоев при печати изделия, число проходов при построении оболочки. Однако, существуют и другие параметры и факторы, влияющие на исходное качество деталей, изготовленных методом 3d-печати, которые нуждаются в дальнейших исследованиях.

### Библиографический список

1. Михальченко, А. А. Исследование качества деталей из различных видов пластика, изготовленных методом FDM-печати / А. А. Михальченко // Исследования и разработки в области машиностроения, энергетики и управления : материалы XXII Междунар. науч.-техн. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых, Гомель, 28-29 апр. 2022 г. В 2 ч. Ч. 1 / М-во образования Респ. Беларусь, Гомель. гос. техн. ун-т им. П. О. Сухого ; под общ. ред. А. А. Бойко. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2022. – С. 99–101.
2. Михальченко, А. А. Исследование на разрыв пластика ПЭТ-бутылки и его переработка для производства филаментов для 3d-печати / А. А. Михальченко // Беларусь в современном мире : материалы XV Междунар. науч. конф. студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых, 19–20 мая 2022 г. / М-во образования Респ. Беларусь, Гомель. гос. техн. ун-т им. П. О. Сухого, Гомель. обл. орг. «Белорус о-во «Знание» ; под общ. ред. В. В. Кириенко. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2022. – С. 228–230.
3. Михальченко, А. А. Перероблені полімери для 3d-друку / А. А. Михальченко // Матеріали V Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції студентів, аспірантів та молодих вчених за тематикою «Сучасні комп'ютерні системи та мережі в управлінні»: збірка наукових праць / Під редакцією А. А. Григорієвої. – Херсон: Видавництво ФОП Вишемирський В. С., 2022. – С. 64–66.





# Модернизация оборудования и технологии турбинного бурения нефтяных скважин

**Папруга Александр Васильевич**  
 Научный руководитель –  
 д.т.н., профессор Невзорова А.Б.



## Введение

Важным ресурсом в топливно-энергетическом комплексе Республики Беларусь являются нефтяные месторождения Припятского прогиба. Для организации рациональной схемы их разработки необходимо построить большое количество скважин с проектной глубиной до 5000 м в сложных горно-геологических условиях (. Сложность условий разработки в данных условиях – присутствие в разрезе автономных соленосных толщ. Это требует разработки технологии бурения, которая имела бы высокую эффективность в данных условиях.

## Цель работы

Повышение эффективности процесса строительства глубоких скважин и боковых стволов на нефтяных месторождениях с соленосными отложениями горных пород путем разработки и внедрения технических средств и технологий бурения гидравлическими забойными двигателями.

## Задачи

1. Экспериментальные и аналитические исследования показателей работы долот и гидравлических забойных двигателей, полученных в стендовых условиях.
2. Промысловые исследования различных технологий бурения глубоких скважин на нефтяных месторождениях с соленосными отложениями горных пород на примере Припятского прогиба РБ.
3. Определение области устойчивой работы гидравлических забойных двигателей и рациональных режимов бурения глубоких скважин и боковых стволов долотами в широком диапазоне геолого-технических условий.

## Результаты исследования

Сложные горно-геологические условия месторождений Припятского прогиба определили комплексный подход к совершенствованию технологического процесса бурения глубоких скважин и боковых стволов гидравлическими забойными двигателями, который должен учитывать следующие особенности:

- соленосные отложения залегают на глубинах от 500 - 800 до 3500 - 4500 м, поэтому их бурение должно проводиться при низких расходах буровых растворов, обладающих повышенной плотностью;
- бурение соленосных отложений горных пород необходимо проводить с применением соленасыщенных буровых растворов, негативно влияющих на работоспособность роторов рабочих пар винтовых забойных двигателей;
- вскрытие продуктивных горизонтов в условиях пониженных пластовых давлений, наряду с применением традиционных мер борьбы с возникающими поглощениями, требует разработки новых эффективных методов колыматации;
- использование долот для бурения открытых окончаний боковых стволов малого диаметра в твердых карбонатных породах требует повышения крутящего момента забойного привода;
- для строительства разветвленных скважин необходима разработка комплексной технологии, обеспечивающей эффективное бурение основного и дополнительных стволов.

## Заключение

Научно-методический подход к решению указанных актуальных проблем должен базироваться на следующих положениях: Исследования показателей работы долот и ГЗД должны проводиться на основании анализа достоверных данных их отработки, результатов осмотров при ремонте ГЗД, анализа данных по бурению новых скважин и боковых стволов, с применением статистических методов обработки информации. В результате анализа и обобщения промысловых данных должны быть определены наиболее эффективные типы долот для бурения горных пород в надсолевых и соленосных отложениях, в карбонатных и терригенных породах межсолевых и подсолевых отложений. Также необходимо определить ГЗД, имеющие наиболее высокие эксплуатационные показатели и энергетические характеристики, соответствующие условиям бурения соленосных отложений горных пород. Результаты анализа и обобщения показателей работы долот и ГЗД должны быть использованы для создания технологических рекомендаций по проводке глубоких скважин и боковых стволов.

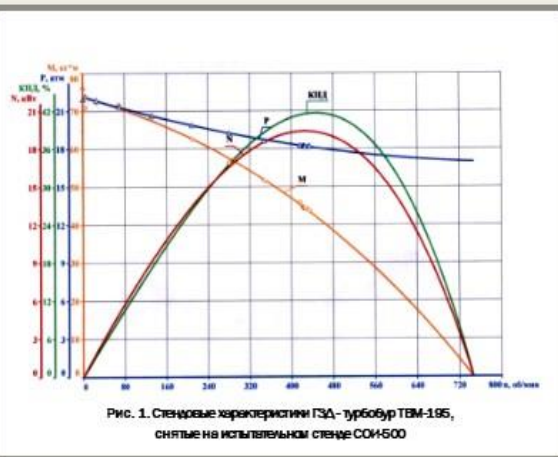


Рис. 1. Стендовые характеристики ГЗД – турбобур ТВМ-195, снятые на испытательном стенде СОИ500

## Список литературы

1. Асадчев А.С. Промысловые испытания новой техники турбинного бурения в ПО "Белоруснефть" / Симонянц С.Л., Курумов Л.С., А.С.Асадчев// Нефтепромысловый инжиниринг. -2004.-№2.-С.2-3.
2. Асадчев А.С. Испытания винтовых забойных двигателей с различным покрытием роторов рабочих пар /М.Г.Бобров, А.С.Асадчев // Поиски и освоение нефтяных ресурсов Республики Беларусь /БелНИПинефть- Гомель, 2004. - Вып. 5.- С. 158-168.
3. Асадчев А.С. Результаты промысловых испытаний нового турбобура ЗТВМ-195 на площадях Припятского прогиба в 2003-2006 гг. // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море /ВНИИОЗНГ.- М., 2007.- № 1.-С. 34-39.
4. Беркович М.Я.Технология бурения нефтяных и газовых скважин / М.Я.Беркович, М.Р. Мавлютов, А.И. Сливак, // М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2007. – 508 с.
5. Вадецкий Ю.В. Бурение нефтяных и газовых скважин/Ю.В. Вадецкий /М.: Недра, 2003. - 352 с.
6. Протасов В.Н. Эксплуатация оборудования для бурения скважин и нефтедобычи / В.Н. Протасов, Б.З. Султанов, С.В. Кривенков / М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2004. -691 с.





Белорусский государственный университет транспорта,  
кафедра «Проектирование, строительство и эксплуатация транспортных объектов»



## Работа деревянных шпал в системе «колесо – рельс»

Романенко Виктория Владимировна, аспирант  
Научный руководитель – д. т. н., профессор Невзорова А. Б.

### Актуальность

Надежность работы деревянных шпал является одним из проблемных вопросов путевого хозяйства, особенно на фоне увеличения доли бесстыкового железнодорожного пути на железобетонных шпалах. оценка факторов, влияющих на надежность работы деревянных шпал как системы показателей обеспечения безопасности движения поездов позволит определить проблемы для дальнейшего изучения работы деревянной шпалы как элемента, оказывающего непосредственное влияние на геометрическое положение рельсовой колес.

### Цель работы

Анализ влияния конструкции железнодорожного пути (с деревянными и железобетонными шпалами) на надежность его работы с учетом напряжений, вызываемых от подвижного состава в системе «колесо-рельс».

### Объект исследования

Модель конструкции железнодорожного пути с железобетонными и деревянными шпалами.

### Результаты исследования

Значительная доля путей на деревянном основании объясняется более низкими требованиями для содержания рельсовой колес на станционных путях, а также особенностями их устройства, к которым можно отнести наличие кривых малых радиусов, уширение ширины колес, обращение маневровых локомотивов, вызывающих большие поперечные силы, применение гравийного или песчано-гравийного балласта.

Существенным ограничением применения деревянных шпал является их недолговременность эксплуатации и быстрое развитие дефектов [1].

Звено рельсошпальной решетки на железобетонном основании обладает повышенным весом, так как каждая шпала весит около 250 кг, исходя из чего вес одного 25-метрового звена при рельсах типа Р65 и эпоуре шпал 1840 шт./км составляет порядка 18 т против 9 т на деревянных шпалах. Из этого следует, что усиливается нагрузка на земляное полотно, кроме того, под железобетонными шпалами толщина щебеночного балласта должна быть на 15% больше, чем под деревянными. Под воздействием подвижного состава в пути возникают напряжения, которые постепенно передаются от рельсов на основную площадку земляного полотна (рисунок 1). Величины этих напряжений отражают надежность и долговечность всей конструкции.

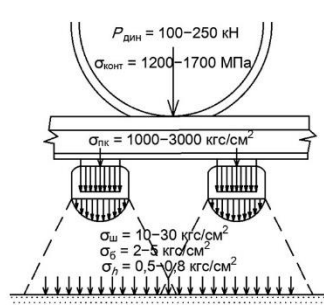


Рисунок 1 - Схема передачи вертикальной нагрузки колеса на земляное полотно

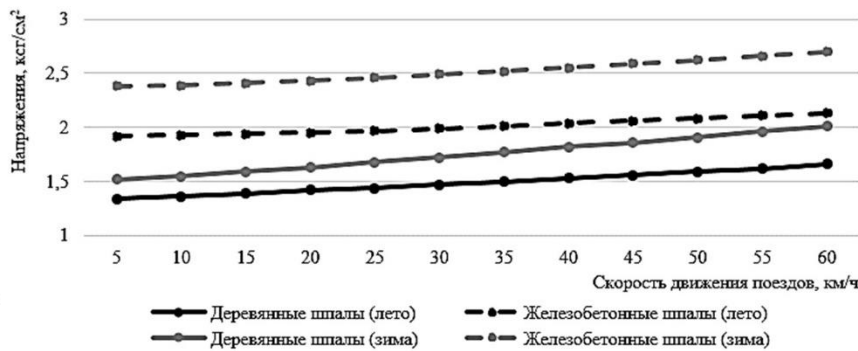


Рисунок 2 - Напряжения в балласте под подошвой шпалы

Для сравнения напряжений и анализа силового воздействия локомотива на путь выполнен расчет пути на прочность на станционном участке железной дороги. Установлено, что наибольшее отрицательное воздействие оказывают маневровые локомотивы, поэтому для расчета выбран тепловоз типа 30-30 серии ЧМЭЗ с осевой нагрузкой до 21,0 тс. Величины расчетных напряжений в зависимости от скорости движения поездов приведены на рисунке 2.

### Заключение

Исходя из графика видно, что напряжения в балласте при деревянных шпалах меньше чем при железобетонных, а в комплексе с шириной колес на путях, где не требуется реализовывать высокие скорости движения поездов, применение деревянных шпал позволит за счет уменьшения толщины щебня сократить его объемы. На малоделятельных путях возможно использовать песчано-гравийный балласт.

### Литература

- Невзорова А. Б., Романенко В. В. О целесообразности и перспективах применения деревянных шпал в криволинейных участках пути // Труды БГТУ. Сер. 1, Лесное хоз-во, природопользование и перераб. возобновляемых ресурсов. 2021. № 2 (246). С. 242-249.



## Повышение работоспособности оборудования для крепления нефтяных скважин

Савков Никита, магистрант, ЗМАГ36-11

Научный руководитель – д.т.н., профессор Невзорова А.Б.



### Актуальность

При креплении скважин используется высокотехнологичное оборудование. Одним из важнейших оборудований является цементировочный агрегат. Агрегаты насосные цементировочные, как пример ЦА 320 предназначены для нагнетания различных жидких сред при цементировании скважин во время бурения и капитального ремонта, а также при проведении промыочно- продавочных работ в нефтяных и газовых скважинах. Агрегаты осуществляют комплекс цементировочных работ:- подачу воды для замешивания цементного раствора; закачку цементного раствора в скважину;- закачку глинистого раствора в скважину; производство продавочных работ.

### Цель работы

Изучить назначение и устройство передвижной насосной установки и ее составных частей.  
Рассмотреть условия и порядок работы установки, содержание работ по ее техническому обслуживанию и ремонт.

### Результаты исследования

Во время работы цементировочного насоса 9Т необходимо следить за показаниями манометра, а также за состоянием предохранительного клапана. В случае срыва предохранительного гвоздя в предохранительном клапане насос должен быть остановлен до замены новым гвоздем. Появление стуков в гидравлической части насоса свидетельствует о неправильной работе клапанов или нарушении уплотнений, при этом следует принимать меры к их устранению. Следует наблюдать за состоянием сальников, цилиндрических втулок и штоков и при необходимости затягивать их, не допуская при этом перекосов.

Сальники клапанной коробки имеют манжеты, работающие по принципу самоуплотнения при действии гидравлического давления. Поэтому пережатие их недопустимо (при чрезмерной затяжке манжеты будут работать как обычная набивка). При просачивании жидкости допускается незначительная (без всяких усилий) затяжка сальника. Следует обращать внимание на все фланцевые соединения гидравлической части насоса и манифольда, а при появлении течи необходимо устранить ее. Необходимо также наблюдать за действием механизмов приводной части насоса, коробки отбора мощности и при появлении чрезмерных стуков, скрипов, нагрева и т. д. выявить причины и устранить их, остановив насос, если это требуется. Температура масла в масляных ваннах не должна превышать: в коробке отбора мощности +105°С, в насосе 9Т +115 °С. Допускается повышение температуры до + 120 С не более 20 мин при повышении температуры окружающего воздуха до +40 °С. Нужно следить за исправностью действия смазочных устройств и правильностью смазки. Изменение подачи насоса по ходу работы достигается переключением коробки перемены передач двигателя или соответствующим изменением частоты вращения вала самого двигателя путем регулировки подачи топлива. Недопустима работа на давлениях больших, чем указано в характеристике насоса, а также при не защищенной кожухом гидравлической части насоса 9Т.

(рисунок 1). Передвижные насосные установки разрабатывают в соответствии с ГОСТ 20725 - 75.



Рисунок 1 - Цементировочный агрегат

### Заключение

Таким образом, первоочередной задачей проводимых исследований является назначение и устройство передвижной насосной установки и ее составных частей. Рассмотреть условия и порядок работы установки, содержание работ по ее техническому обслуживанию и ремонту. Создать оптимальные условия для работы насоса, не допускать долгосрочную нагрузку на насос и удержание его на высоких оборотах. Также не допускать перетяжку сальников и перекос их на валу, для правильного уплотнения и увеличения срока службы сальников.

### Список литературы

1. Абубакиров В.Ф., Буримов Ю.Г. Буровое оборудование, буровой инструмент. - М.: Недра, 2003 - 494 с.
2. Буяновский Н.И., Лесецкий В.А. Буровые машины и механизмы. - М.: Недра, 1968 - 399 с. . Ильский А.Л., Касьянов В.М., Порошин В.Г. Буровые машины, механизмы и сооружения. - М.: Недра, 1967- 468 с. . Ильский А.Л., Миронов Ю.В., Чернобыльский А.Г. Расчет и конструирование бурового оборудования. Учеб. Пособие для вузов. - М.: Недра, 1985 - 452 с. . Лесецкий В.А., Ильский А.Л. Буровые машины и механизмы. - М.: Недра, 1980 - 387 с. . Элияшевский И.В., Орсуляк Я.М., Сторонский М.Н. Типовые задачи и расчеты в бурении. М.: Недра, 1974 - 504 с. . Юдолович М.Я. Справочник механика по ремонту нефтепромыслового оборудования. - М.: Государственное научно-техническое издательство нефтяной и горно-топливной литературы, 1958 - 509 с. . Верзилин О.И. Современные буровые насосы - М.: Машиностроение, 1971 - 255 с. . Шейнблит А.Е. - Курсовое проектирование деталей машин - Учеб. пособие. Изд. 2-е, перераб. и доп. - Калининград: Янтар. сказ. 2002 - 454 с.





Научно-практическая конференция магистрантов и аспирантов «ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ», 23 января 2023 г. Гомель, ГГТУ имени П.О. Сухого

## Статистические методы контроля и качества детали типа «Шестерня»

Фоменок М.Н., магистрант, email: fomenok.marina@mail.ru

Научный руководитель – д.т.н., проф. Невзорова А.Б.



### Актуальность

В настоящее время острая проблема производства заключается в предотвращении брака на производстве [1, 2].

С использованием статистических методов контроля и качества и с помощью расчетных методов можно предотвратить выпуск деталей в производство [3]. Контрольная карта Шухарта показывает наглядно эффективность данного метода на количественных данных. Показатели Гаусса и Максвелла помогают регулировать технологический процесс производства детали типа «Шестерня».

### Цель работы

Усовершенствование карт контроля технологического процесса детали типа «Шестерня» с прямым зубом с использованием статистического метода контроля.

### Результаты исследования

Для заполнения карт контроля Шухарта необходимо измерить партию деталей. Измерения заносятся в карту контроля (рисунок 1). Исходя полученных измерений определяются границы верхней UCL и нижней LCL границы. Даем качественную оценку возможности стабильности процесса обработки детали типа «Шестерня»

$$Cp = \frac{USL - LSL}{6\sigma}$$

где USL и LSL – соответственно наибольшее и наименьшее предельные значения контролируемого показателя качества, мм  $\sigma$  – среднее квадратическое отклонение контролируемого показателя качества, мм.

Карта операционного контроля специальных характеристик									
Изм.	ИВК работы	Деталь	ИВК мастера	Тарасов С.А.	Дата				
Обозначение ДСЭ	ИВК-12-002904		Наименование ДСЭ	Блок шестерен	На операции				
Номинальный размер	40,500 мм		Верхнее отклонение	-0,120 мм	Нижнее отклонение	-0,120 мм			
Средний размер	40,750 мм		Максимальный размер	40,780 мм	Минимальный размер	40,710 мм			
Сигма	0,00281 мм								
max	40,780								
-4	40,7715								
-3	40,7630								
-2	40,7545					X		X	X
-1	40,7550								
0	40,7500	X	X	X	X	X	X	X	X
-1	40,7442				X				
-2	40,7383								
-3	40,7325								
-4	40,7267								
min	40,7150								
Выборка	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Время	8:40	8:41	8:42:30	8:42	8:43:30	8:43	8:44:30	8:45	8:46:30
Размер	40,750	40,750	40,750	40,750	40,744	40,750	40,750	40,750	40,750

Рисунок 1 – Карта операционного контроля Шухарта

Из полученных расчетов проводим оценку возможности стабильности процесса обработки шестерни с индексом пригодности (Pк).

В ходе работы можем наблюдать на каком этапе производства и на какой механической операции происходит снижение качества детали шестерня (рисунок 2).

Так же следует учитывать, что большой объем выборки может быть недостатком, если деталь обрабатывается за большой период процесса, в данной работе была выбрана партия из 18 штук.

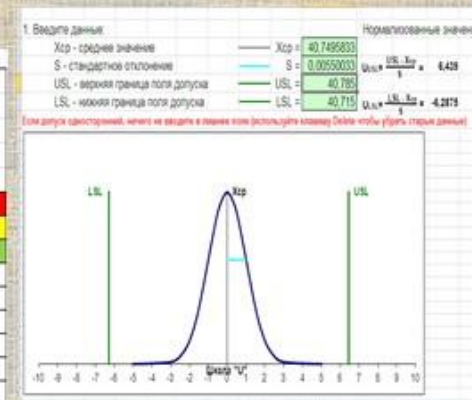


Рисунок 2 – Гистограмма процесса

### Закключение

Таким образом, результаты измерения показали, что технологический процесс механической обработки детали может считаться технологичным. Так же установлено, что из партии обработанных деталей размер (13) находится в критической точке допуска, то установлено, при обработке какого количества необходимо заменить режущий инструмент, чтобы не допустить выхода брака в производство.

### Список литературы

1. Статистические метода управления качеством продукции в машиностроении. Методические указания / Н.И.Веткасов - Ульяновск, 2007. - 130 с.
2. Статистические методы в технологии машиностроения. Учебное пособие / Солонин С.И. - Екатеринбург, 2016. - 15 с.
- 3.





## Модернизация стрясной доски в комбайнах с ротором-сепаратором

**Чернецкий Сергей Игоревич**, магистрант ЗМАГ36-11

*Научный руководитель – к.т.н., доцент Петришин Г.В.*



### Введение

В настоящее время имеются недостатки в системе очистки в комбайнах с ротором-сепаратором. Причиной служит множество разновидностей зерновых культур, влажность зерна и другие характеристики, в следствии которых ротор комбайна не равномерно сепарирует зерновые культуры и также неравномерно подаёт их на стрясную доску, что приводит к неравномерной очистке зерна и потерям зерна за очисткой. В данной работе будет рассмотрен актуальный вариант решения данной проблемы.

### Цель работы

Устранить неравномерную транспортировку зерновой массы от ротора комбайна к скатной доске

### Методика выполнения

Разные виды зерновых культур, разные погодные условия, влажность зерна, сказываются на работе ротора комбайна. В частности на инерционных силах при его вращении во время обмолота. Из-за неправильных зазоров на роторе а так же скопления массы в нём и последующей транспортировке.

Предлагается установка возможности регулировки делителей стрясной доски. Что позволит в зависимости от условий уборки зерновых установить нужные углы делителей доски.

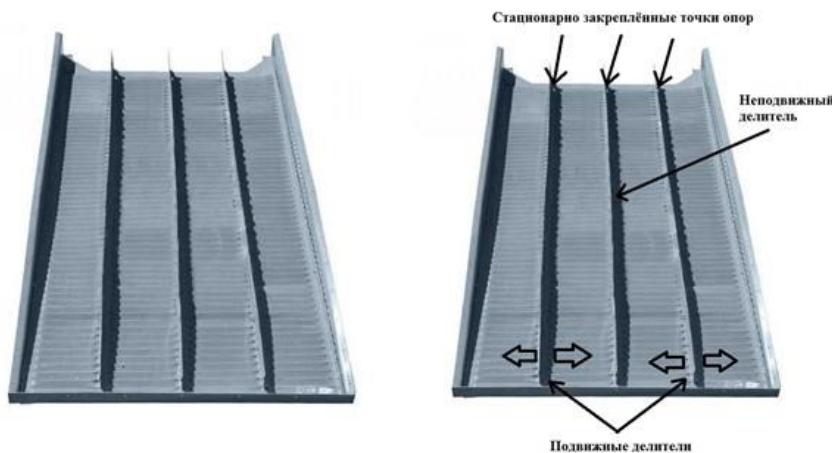


Рисунок 1 – Стрясная доска до модернизации, с неподвижными делителями

Рисунок 2 – Стрясная доска после модернизации, подвижными делителями

### Заключение

В результате проведения модернизации стрясной доски мы добились более качественного обмолота зерновой массы. Равномерную её транспортировку и уменьшение потерь зерна за очисткой, что существенно увеличит урожайность. А за счёт равномерного распределения зерна, уменьшится нагрузка на опоры стрясной доски и в следствии улучшит качество и долговечность её работы.

### Список литературы

1. Базров, Б.М. Основы технологии машиностроения: Уч. / Б.М. Базров. - М.: Инфра-М, 2019. - 492 с.
2. Марголит, Р.Б. Технологическая оснастка: учеб. пособие / Р. Б. Мар-голит. — М.: Изд-ство МГОУ, 2009.
3. Справочник технолога-машиностроителя. В 2 т. Т. 2 / под ред. А. М. Дальского, А. Г. Суслова, А. Г. Косиловой. — 5-е изд., перераб. и доп. — М.: Машиностроение-1, 2001.





## ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОМЕХАНИКИ НА ПРИМЕРЕ ОТЛОЖЕНИЙ 1-3 ПАЧКИ РЕЧИЦКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ



Шиленкова Валерия, магистрант ЗМАГ36-11, [shilenkova.lera@yandex.by](mailto:shilenkova.lera@yandex.by)

Научный руководитель к.т.н., доцент И.Н. Степанкин

### Аннотация

Основной упор в данной работе сделан на анализ результатов скважинных операций XLOT, примененные полученных данных в целях геомеханического моделирования. В интервалах 1-3 пачки Речицкого месторождения был проведен тест XLOT, результаты которого сравнивались с результатами ГРП, проведенными в том же интервале. В ходе анализа данных XLOT и их сравнения с ГРП был сделан вывод о взаимосвязи расхода закачки жидкости с механизмом формирования утечки и, как следствие, с давлением утечки и разрыва. Полученные результаты могут быть важны в понимании процессов формирования трещин ГРП. Также полученные в данной работе результаты, могут играть важную роль при проектировании процессов цементирования, т.к. дают возможность определить давление гидроразрыва стенки скважины и утечек.

### Цель работы

Целью данной работы является применение геомеханического моделирования для оптимизации процессов ГРП.

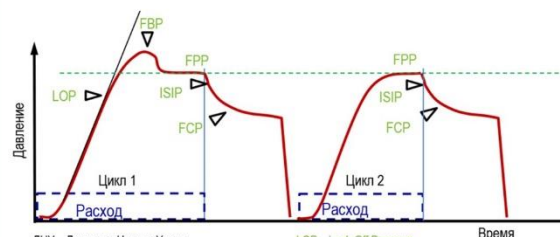
### Методика исследований

Породами, слагающими интервалы I-III пачки Речицкого месторождения, являются низкопроницаемые нетрадиционные коллекторы, характеризующиеся наличием естественных горизонтальных проводимых напластований, что подтверждается по результатам геофизических исследований с помощью микроинджера и акустического телевизора. Основным способом освоения таких отложений является бурение протяженных горизонтальных скважин и проведение в них многостадийных ГРП.

Основной целью данной работы являлось определение механизма утечки жидкости при ГРП с целью повышения эффективности данного процесса. Для определения механизма утечки жидкости в пласт был проведен анализ результатов тестов XLOT, проведенных в пределах Речицкого месторождения. XLOT – это расширенный тест на утечку, проводимый во время бурения под обсадной колонной, позволяющий определять давление разрыва стенки скважины и минимальное горизонтальное напряжение.

По результатам анализа XLOT установлено, что в пределах I-III пачки межсоловых отложений давление разрыва стенки скважины в пласт фиксируется при величине равной горному давлению.

С целью установления причин этого было выполнено математическое моделирование с помощью аналитической модели, по итогам расчетов были получены вероятностные модели величины давления разрыва стенки скважины, результаты которых сравнивались с фактическим давлением гидроразрыва при XLOT.



ДНУ - Давление Начала Утечки  
ДОТ - Давление образования трещины  
ДРТ - Давление Роста Трещины  
ДСпЗ - Давление Стабилизации После Закрытия  
ДЗТ - Давление Закрытия Трещины

Российские обозначения по номенклатуре Н.Смирнова

LOP - Leak-Off Pressure  
FBP - Breakdown pressure  
FPP - fracture propagation pressure  
ISIP - Initial Shut-in Pressure  
FCP - Fracture Closing Pressure

По результатам моделирования установлено, что механизм разрыва стенки скважины в интервалах I-III пачки межсоловых отложений не соответствует механизму разрыва толстостенного цилиндра, а связан с наличием естественных трещин: при нагнетании жидкости в скважину будет происходить линейное увеличение давления в скважине до величины горного давления, при достижении которого произойдет открытие естественных проводящих горизонтальных напластований, куда будет происходить утечка жидкости. Если расход нагнетаемой жидкости меньше или равен суммарной критической проницаемости горизонтальных пропластков, то вся нагнетаемая жидкость будет уходить в них, не формируя трещину разрыва. Утечка без формирования трещины на боковую стенку скважины будет происходить до тех пор, пока в зоне повышенного давления вокруг скважины не произойдет превышение давления над величиной давления разрыва пород. Формирование трещины на стенке скважины будет происходить при превышении давления в скважине над величиной горного, а расхода закачиваемой в скважину жидкости должен превышать величину суммарной критической проницаемости.

### Заключение

В ходе анализа результатов XLOT в интервалах I-III пачки Речицкого месторождения было установлено, что механизм утечки жидкости в пласт при малых расходах не подчиняется механизму разрыва стенки толстостенного цилиндра. Для выявления причины этого несоответствия было проведено моделирование напряженно-деформированного состояния вблизи стенки скважины с учетом неопределенностей исходных параметров. По результатам моделирования сделано предположение об открытии естественной горизонтальной трещиноватости при достижении забойного давления, равному горному. Данная информация может быть использована при создании дизайнов ГРП и учета утечки жидкости в пласт, а также при проектировании технологии цементирования и заканчивания скважины.

### Список литературы

- 1) Отчет по договору №49/2017 о предоставлении услуг по исследованию ядерного материала отложений I-III пачки Речицкого месторождения и получению информации о литолого-фациальных особенностях исследуемых отложений, петрофизических, геохимических, упругих и прочностных свойствах горных пород с интерпретацией полученных данных: (Отчет в 2-х книгах) / АУ Ханты-Мансийского автономного округа – Югры «НАЦРН им. В.И. Шпильмана»; Авторы отчета В.А. Волков, Ю.А. Кузьмин, А.Н. Сидоров и др. Гомель, 2018.
- 2) Zoback M.D. Reservoir Geomechanics. UK, Cambridge: Cambridge University Press, 2007. – 505
- 3) Raaen A.M., Brudy M. Pump in / Flow back Tests reduce the Estimate of Horizontal in-situ Stress Regime Significantly, SPE 71367 was prepared for presentation at the 2001 SPE ATCE, New Orleans, Louisiana, 30 September–3 October 2001.
- 4) Kirsch, G., Die Theorie der Elastizität und die Bedürfnisse der Festigkeitslehre, Zeitschrift des Verlins Deutscher Ingenieure. – 1898. – p.707
- 5) Fjær, E., Holt, R.M., Horsrud, P., Raaen, A.M., Risnes, R., Petroleum Related Rock Mechanics, second ed. Elsevier, Amsterdam. – 2008-515 p. 13



«Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»,  
кафедра «Технологии машиностроения»

## «Определение перепадно-расходной характеристики LS-PC регулятора насоса методом имитационного моделирования»

Янковец Мария Адамовна, магистрант ЗМАГ36-11  
научный руководитель: к.т.н, доцент Стасенко Д.Л.



### Актуальность

В настоящее время на территории Республики Беларусь не производится гидрофицированные машины с LS-системами, а закупаются за рубежом. При использовании регулируемых насосов широко применяются системы с адаптацией к нагрузке, которые отличаются энергоэффективностью по сравнению с системами других типов [1]. Таким образом исследования в области регулируемых аксиально-поршневых гидромашин с регуляторами LS-PC типа являются востребованными для отечественных предприятий, выпускающих аксиально-поршневые гидромашинны [2].

### Цель работы

Целью работы является определить перепадно-расходную характеристику LS-PC регулятора насоса методом имитационного моделирования.

### Объект исследования

Регулятор насоса для системы типа LS-PC

### Результаты исследования

В качестве метода моделирования был использован метод имитационного моделирования в виде алгоритма функционирования объекта (ПО).

Для снятий и обработки показаний был создан виртуальный инструмент в программном пакете LabView, который показывал данные, строил графики зависимостей и сохранял полученные данные в отдельном документе.

Вся программа основывалась на кадровой структуре (рисунок 1):

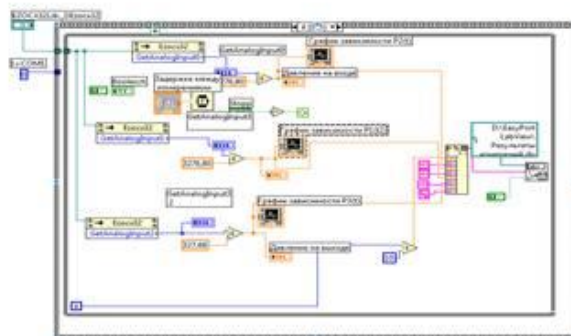


Рисунок 1 — Кадровая структура программы (ключевой кадр)

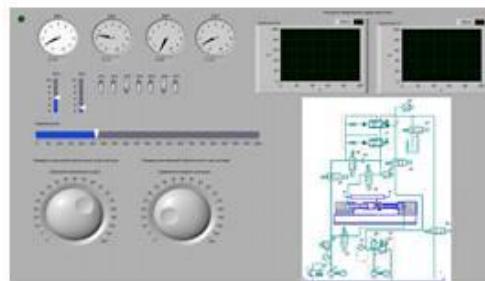


Рисунок 2 — Графический интерфейс программы

Был разработан интерфейс и программа для измерения сигналов датчиков со стенда и передача с последующей оцифровкой через ЦАП/АЦП на ПК для последующего углубленного анализа сохраненных данных (рисунок 2).

### Заключение

Таким образом, целью данной работы являлись исследования для построения перепадно-расходной характеристики LS-PC регулятора. Применение LS-систем позволяет снизить топливно-энергетические затраты на 20-30%; также позволяет увеличить в 2-3 раза максимально-допустимые скорости малонагруженных движений; в случае регулирования скорости в малонагруженных режимах максимальная требуемая потребляемая гидроприводом мощность на всех режимах работы (и их сочетаниях) может понизиться почти в 2-2.5 раза.

### Литература

1. Сравнение однопоточных гидросистем с объемной и клапанной адаптацией к нагрузке по уровню потерь мощности/Д.Л.Стасенко, Гинзбург А.А. *Механика машин, механизмов и материалов* 2018.-№3. С.67-74.
2. Влияние конструктивных особенностей регулятора насоса с адаптацией к нагрузке на его быстродействие/М.И.Петченко, Д.Л.Стасенко// *Актуальные вопросы машиноведения: сб. научных трудов. Вып.6.-Минск, 2017.-С.282-286.*
3. Башта, Т.М., Руднев, С.С. *Гидравлика, гидромашинны и гидроприводы.* / Т.М. Башта, С.С. Руднев, Б.Б. Некрасов. М.: Машиностроение, 1982. – 423 с.





# Analysis and modification of mechanical seal leakage of reaction feed pump in diesel hydrocracking unit

China Zhejiang Petrochemical Co., Ltd. (Master)  
 SUKHOI STATE TECHNICAL UNIVERSITY OF GOMEL, Belarus

**Yu Yangyang**  
 email: zsh\_yuyy@rong-sheng.com  
 Scientific supervisor –  
 professor A.B. Nevzorova.



## Introduction

The 3.5 million t/a diesel hydrocracking unit of Zhejiang Petrochemical Co., Ltd. was designed by Sinopec Luoyang Engineering Co., Ltd. The unit adopts fixed bed two-stage full cycle diesel hydrocracking technology provided by UOP. The hydrogenation feed pump is one of the core equipment of the diesel hydrocracking unit. Since the unit was successfully put into operation in 2021, the mechanical seal leakage of the secondary feed pump has occurred many times, which has a certain impact on the stable production of the unit.

## Abstract

Since the two sets of diesel cracking units were successfully put into operation in 2021, the mechanical seal of the second stage feed pump has leaked for many times. The leaking side is the atmospheric side. The replacement of the mechanical seal is shown in Table 1. The picture of mechanical seal disassembly is shown

Table 1 Replacement of mechanical seal

order number	Device name	Replacement time	change places	Replace tag number
1	4#cracking	2021.09.29	Non-drive end	2106-P-1002A
2	3#cracking	2021.10.30	Drive end	2105-P-1002A
3	3#cracking	2022.04.08	Drive end	2105-P-1002A
4	3#cracking	2022.07.13	Drive end	2105-P-1002A
5	3#cracking	2022.07.16	Both ends	2105-P-1002A
6	4#cracking	2022.08.16	Non-drive end	2106-P-1002A
7	4#cracking	2022.08.17	Both ends	2106-P-1002A
8	3#cracking	2022.08.22	Non-drive end	2105-P-1002A

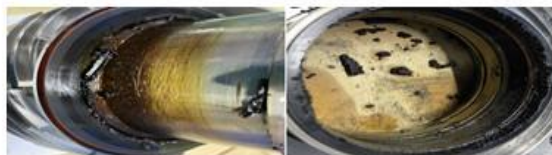


Fig. 1 Photo of mechanical seal disassembly

## Core content

The direct cause of mechanical seal leakage is a large amount of coking at the compensation ring of mechanical seal, which leads to mechanical seal leakage. The coking is caused by heat accumulation inside the mechanical seal. The socket welding of 90° elbow at the inlet and outlet of the mechanical plan 53B flushing scheme at both ends may affect the flow rate of the medium inside the pipeline, resulting in heat accumulation at the mechanical seal compensation ring. The form of mechanical seal needs to be changed to make the heat easier to be taken away, so as to fundamentally solve the problem of coking and leakage of mechanical seal. The schematic diagram of mechanical seal transformation is shown in the following figure (the right side Fig. 1 Photo of mechanical seal disassembly de is the modified

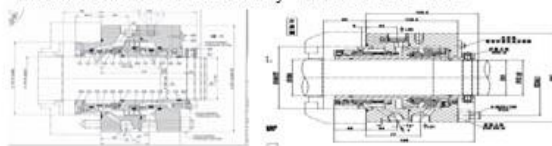


Fig. 1 Schematic diagram of mechanical seal transformation

## Conclusion

According to the analysis of the prototype # mechanical seal, the heat generated by the friction pair is too concentrated during the use of the prototype # mechanical seal, and the structural form of the mechanical seal is not conducive to the heat removal. On the contrary, the heat accumulates near the dynamic and static rings at the air side, resulting in coking, and finally leads to the leakage and failure of the mechanical seal. In view of such disadvantages of the prototype mechanical seal, the structural form of the mechanical seal is changed to a series mechanical seal, which can effectively avoid the accumulation of heat from the dynamic and static rings of the mechanical seal, widen the distance between the two friction pairs, and make it easier for the heat to be carried out of the mechanical seal by the sealing medium, effectively avoiding coking. After the modified seal was put into operation, it has been running continuously for more than 3 months, and the operation effect is good, meeting the equipment operation requirements.

At the same time, in view of the problem of 90° socket welded elbow in the auxiliary pipeline of the original mechanical seal system, was changed to 135° elbow in this transformation, so as to reduce the resistance of the sealing cooling medium pipeline, and the nitrogen purging system was added to the modified mechanical seal to prevent the oxygen in the air from intensifying the coking phenomenon and further ensure the service effect and service life of the mechanical seal.