

Рисунок 2 — Экспериментальные зависимости коэффициента трения скольжения от пути трения контрообразца по образцам 1, 2 — из стали и чугуна без покрытия; 3, 4 — с покрытием

**Заключение.** При формировании антифрикционных покрытий методом ДПГИ из материалов доноров с гетерогенной структурой сформированный слой покрытия способствует снижению значений величин коэффициента трения скольжения в испытываемых парах трения в 1,3...1,36 раза и износа — в 1,1...1,3 раза. Полученные данные дают основание полагать, что подобные покрытия, сформированные на поверхностях трущихся деталей подвижных сопряжений будут способствовать также и увеличению их ресурса.

#### Список цитируемых источников

1. Долматов, В. Ю. Ультрадисперсные алмазы детонационного синтеза как основа нового класса композиционных металл-алмазных гальванических покрытий / В. Ю. Долматов, Г. К. Буркат. // Сверхтвердые материалы. — 2000 — № 1 — С. 84—95.
2. Триботехнические свойства тонких металлических покрытий с наноразмерными наполнителями / П. А. Витязь [и др.] // Трение и износ. — 2004 — Т. 25, № 6. — С. 593—601.
3. Леванцевич, М. А. Улучшение плавности хода подвижных узлов станков формированием антифрикционных покрытий на направляющих скольжения / М. А. Леванцевич // Перспективные технологии ; под. ред. В. В. Клубовича. — Витебск : ВГТУ. — 2011. — С. 542—566.
4. Повышение ресурса трибосопряжений активированными методами инженерии поверхности / П. А. Витязь [и др.] — Минск : Беларус. навука. — 2012. — 348 с.

УДК 621.4

П. В. Степанович, К. С. Винничек, А. Н. Жигалов

Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Барановичи, Республика Беларусь

### АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ИСПЫТАНИЯ КОЛЬЦА СТОПОРНОГО НА МАШИНЕ РАЗРЫВНОЙ ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ 600М ДЛЯ СРАВНЕНИЯ С ИССЛЕДОВАНИЯМИ САД-СИСТЕМЫ АРМ FEM

**Введение.** Буровой крюк или крюкоблок представляет собой мобильную часть подъемной системы установки и предназначен для выполнения следующих операций: удержание бурильных труб посредством вертлюга в процессе бурения; удержания и маневрирования бурильных труб посредством штропов и элеватора в процессе спуска-подъема труб; удержания и маневрирования колонны обсадных труб в процессе крепления скважины обсадными трубами; маневрирования при спуске и подъеме разных инструментов при выполнении специальных операций на скважине. Предварительный анализ позволил выдвинуть гипотезу о том, что путем добавления в конструкцию подвески пружинной такого узла, как гидроамортизатор, позволит довольно эффективно решить проблему повышения надежности узла. С точки зрения авторов, гидроамортизатор, который будет срабатывать только в начальный момент нагружения и в момент снятия нагрузки, не позволит резко сработать системе пружин до полного снятия нагружения. К слабым местам данного решения может быть отнесено то, что соединение штока и клапана осуществляется стопорным кольцом, места посадки на клапане и штоке, а также само стопорное кольцо будут испытывать большие нагрузки и, следовательно, будут иметь недостаточную прочность [1].

**Основная часть.** Статический анализ кольца стопорного был выполнен в CAD-системе КОМПАС-3D, в приложении APM FEM, которое предназначено для проведения экспресс-расчетов твердотельных объектов в системе КОМПАС-3D, и визуализации результатов этих расчетов. Из начальных условий известно, что нагрузка на кольцо будет равна 294,048 кН, что равно 30 000 кг, геометрические параметры и материал принимали из ГОСТ 13940-86. Проектный расчет позволил определить диаметры мест крепления и необходимый материал. После проделанных всех необходимых манипуляций в приложении APM FEM были получены следующие результаты: коэффициент запаса по текучести равен 1,656079 (рисунок 1), норма коэффициента запаса по текучести находится в границах от 1,3 по 1,7 [2].

Наименование	Тип	Минимальное значение	Максимальное значение
Коэффициент запаса по текучести		1.656079	104.110693

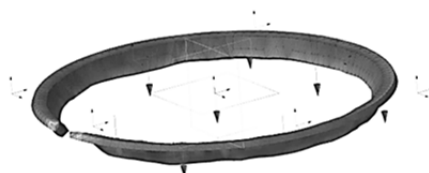
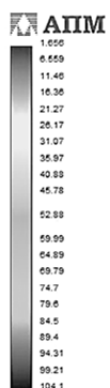


Рисунок 1 — Результаты статического анализа кольца стопорного в приложении APM FEM в CAD-системе КОМПАС-3D

Также проведены экспериментальные исследования кольца стопорного на разрыв. В качестве испытательного оборудования использовалась машина разрывная гидравлическая 600 модернизированная, далее по тексту МРГ-600М, которая предназначена для испытания на растяжение хвостовых резинотросовых и стальных канатов, деталей подвесных и прицепных устройств шахтных подъемных установок, монтажных блоков, амортизаторов и других изделий, на сжатие, а также для статических испытаний под нагрузкой. Машина используется в лабораториях по механическим испытаниям.

Для проведения испытания была разработана оснастка для возможности закрепления кольца по схеме, применяемой в устройстве гидравлического клапана бурового. Благодаря системе автоматизации ИЦЛГ 657115.001-АТХ были проведены визуальные наблюдения за проведением испытания на расстоянии. С целью получения более точных замеров и для возможности сравнения результатов производили разрыв трех колец.

Показания выводились сначала в программу, разработанную специально для ИЦЛГ 657115.001-АТХ, которая впоследствии формировала отчет в MS Excel. На рисунке 2 приведены результаты испытаний [3].

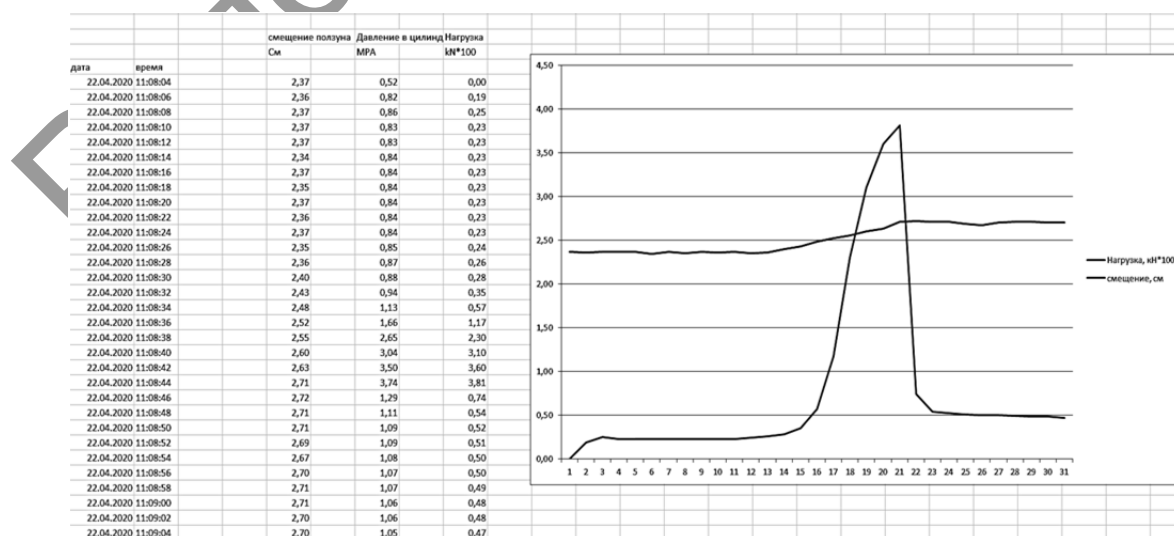


Рисунок 2 — Отчет испытания на разрыв кольца стопорного в MS Excel

Анализ результатов исследований показывает, что кольцо полностью выдерживает предъявляемые ему требования по прочности. Исходя из требований заказчика, данное оборудование будет работать на территории Российской Федерации, запас по прочности должен соответствовать нормативным документам. Согласно Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности» ответственное оборудование должно иметь запас прочности 20—25 %. Кольцо имеет запас прочности 30 %, следовательно, узел гидравлического клапана, который крепится при помощи исследуемого кольца, полностью удовлетворяет требованиям Федеральных норм.

**Заключение.** Согласно расчетным результатам на APMFEM, так и экспериментальным исследовательских данных, полученных на машине разрывной гидравлической, кольцо стопорное выдерживает необходимые заданные нагрузки. Авторы считают нужным провести расчеты по существующим формулам и сопоставить результаты. Это позволит сделать уточнения при помощи коэффициентов, взяв за эталонный результат — результат на МРГ-600М или же сделать вывод, что результаты идентичны.

#### Список цитируемых источников

1. Степанович, П. В. Обоснование цели и задач, связанных с разработкой и исследованием клапана гидравлического для повышения надежности нефтедобывающего оборудования / П. В. Степанович, К. С. Винничек // Техника и технологии : материалы VI Междунар. науч.-практ. конф., Барановичи, 19 дек. 2019 г. / М-во образования Респ. Беларусь, Баранов. гос. ун-т — Барановичи : БарГУ. — 2019. — С. 80.

2. Степанович, П. В. Методика и результаты исследований кольца стопорного в САД-системе КОМПАС-3D / П. В. Степанович, А. Н. Жигалов // Материалы, оборудование и ресурсосберегающие технологии : материалы Междунар. науч.-техн. конф., Могилев, 23—24 апр. 2020 г. / М-во образования Респ. Беларусь Белорус.-Рос. ун-т. — Могилев : БРУ. — 2020. — С. 100.

3. Степанович, П. В. Испытание кольца стопорного на машине разрывной гидравлической 600М для сравнения с исследованиями САД-системы АРМ FEM / П. В. Степанович, А. Н. Жигалов // Наука — практике : материалы Междунар. науч.-практ. конф., Барановичи, 15 мая 2020 г / М-во образования Респ. Беларусь, Баранов. гос. ун-т — Барановичи : БарГУ. — 2020.

УДК 62-5

Н. М. Федосов, В. Ф. Барышников

Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Барановичи, Республика Беларусь

### ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА КЛАССА ТОЧНОСТИ СТАНКОВ, РАБОТАЮЩИХ НА ТЕРМОКОНСТАНТНЫХ УЧАСТКАХ ИЛИ В ЦЕХАХ

**Введение.** Выбор класса точности станка, работающего на термоконтантных участке или в цехе, значительно влияет на себестоимость обработки. Это обусловлено тем, чем выше класс точности станка, тем выше его цена и поэтому, в связи с повышенными амортизационными отчислениями, себестоимость обработки увеличивается.

**Основная часть.** Целью данной работы является технико-экономическое обоснование применения станков А класса при эксплуатации его в термоконтантном помещении. По степени точности станки различают пять классов. Класс Н — станки нормальной точности, К нему относят большинство универсальных станков. Класс точности П — станки повышенной точности, изготавливаемые на базе станков нормальной точности, но при повышенных требованиях к точности изготовления ответственных деталей станка и качеству сборки и регулированию. Класс В — станки высокой точности, достигаемой за счёт специальной конструкции отдельных сборочных единиц, высоких требований к точности изготовления деталей, к качеству сборки и регулированию сборочных единиц и станка в целом. Класс А — станки особо высокой точности, так как при их изготовлении предъявляют ещё более жёсткие требования, чем при изготовлении станков класса В, Класс С — станки особо точные или мастер-станки, предназначенные для изготовления деталей, определяющих точность станков классов А и В.

Данный признак классификации используется технологом при назначении станка в зависимости от требуемой точности обработки. Станки классов точности В, А и С должны эксплуатироваться в специальных помещениях (термоконтантные участки или цеха), в которых поддерживается стабильный температурный режим. При чём чем выше точность станка, тем жёстче температурный режим помещения [1].

В таблице 1 значения допусков в мкм в зависимости от качества точности и интервалов номинальных размеров.

На станках А класса при обработке должны выдерживаться допуски по 6-му качеству и выше. Рассчитаем увеличение (уменьшение) размера при изменении температуры на  $\pm 1$  °С. Допуск на размеры в диапазоне 30...50 мм по 6-му качеству составляет:  $T_d = 16$  мкм = 0,016 мм (см. таблица 1, [2]).