

Александрова Д.С.

*Научный руководитель: к.т.н. В.А. Яиков*

*Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23*

### **Исследование влияния погрешности установки сборного абразивного инструмента с радиально-подвижными сегментами на форму и профиль детали**

Целью научно-исследовательской работы является снижение потерь эффективности процесса внутреннего шлифования за счет повышения точности установки сборного абразивного инструмента с радиально-подвижными сегментами.

Объектом исследования является сборный абразивный круг с радиально-подвижными сегментами для внутреннего шлифования деталей.

Предметом исследования является влияние погрешности установки абразивного инструмента на качество полученной поверхности.

Внутреннее шлифование – шлифование поверхностей цилиндрических, конических и фасонных отверстий на универсальных и специальных станках.

Внутреннее шлифование чаще всего применяется при обработке точных отверстий в закаленных заготовках или в заготовках из высокотвердых и труднообрабатываемых материалов, точных отверстий с пересеченной поверхностью (выточек, шпоночных и шлицевых пазов), глухих отверстий и др.

При шлифовании отверстий помимо точности размера и требуемой шероховатости поверхности обеспечивается точность формы (цилиндричность, прямолинейность, перпендикулярность оси отверстия торцам, а также концентричность по отношению к наружным поверхностям). Особенностью и несомненным достоинством внутреннего шлифования является возможность исправления смещения геометрической оси отверстия, вызванного предшествующими шлифованию операциями.

Обработка точных отверстий шлифовальными кругом представляет определенные трудности, обусловленные тем, что поверхность обработки является внутренней, недоступной для наблюдения. Кроме того, жесткость шпинделя внутришлифовального станка относительно невелика. На процесс шлифования отверстия влияет также необходимость частой правки шлифовального круга.

К многочисленным факторам, от которых зависят шероховатость поверхности и форма отдельных микронеровностей, относят вид и режим механической обработки, материал и геометрические параметры инструмента, состав СОЖ и методику ее применения, жесткость и фактическое состояние технологической системы станок—приспособление—инструмент—заготовка, химический состав и свойства обрабатываемого материала и др.

Степень приближения размеров, формы и взаимного положения обработанных поверхностей к величинам, заданным в чертеже, характеризует точность обработки. Отклонения расположения и формы реальной поверхности или профиля от геометрической формы или заданного положения регламентированы ГОСТом 10356—63; отсчет отклонений осуществляют от прилегающей поверхности или прилегающего профиля.

Расхождение между фактическим состоянием детали и ее заданной формой следует рассматривать как следствие несовершенства процесса обработки, поэтому необходимо выявить влияние отдельных технологических факторов. Следует помнить, что с повышением требований к точности возрастает стоимость обработки. Однако появление новых инструментов и методов обработки обеспечивает периодическое снижение стоимости обработки при заданной точности.

Одним из условий, обеспечивающих точность обработки, является точность выполнения центров и центровых отверстий в деталях. При некруглых центрах или центровых отверстиях детали не имеют достаточной опоры и, смещаясь под действием сил шлифования, копируют неточности центровых опор, что приводит к некруглости детали и эксцентриситету. На

точность установки влияют также несовпадения углов конусности отверстий и центров, их несоосность и непараллельность, что приводит к конусности или вогнутости образующей, обрабатываемой поверхности.

Проведенный анализ научно-технической и патентной литературы позволил сделать вывод о том, что наиболее эффективным способом внутреннего шлифования является способ центробежного шлифования сборным инструментом с радиально-подвижными абразивными сегментами.

Сборный абразивный инструмент работает следующим образом: инструмент располагается соосно обрабатываемой заготовке, включается подача СОЖ и осуществляются необходимые движения формообразования. Подача СОЖ осуществляется из неподвижного трубопровода через осевое отверстие в крышке во внутреннюю полость сборного инструмента, откуда через каналы в корпусе инструмента жидкость перемещается к шлифуемой заготовке.

Многokратное увеличение площади контакта абразивного круга с заготовкой позволяет резко увеличить режущую способность шлифовального круга, но приводит к существенному увеличению тепловыделения в зоне обработки и может быть реализовано только при использовании процесса шлифования в проточной емкости с СОЖ.

Шлифование в емкости с высокими скоростями резания и, соответственно, высокими скоростями омывания СОЖ заготовки, должно привести к тому, что шероховатость поверхности будет минимальной из-за увеличения площади контакта сегментов и заготовки, приводящим к уменьшению сечений среза, приходящихся на единичное абразивное зерно.

При шлифовании в проточной емкости с СОЖ по идее должно отмечаться существенное уменьшение отклонения от круглости обработанных отверстий. Это объясняется равенством диаметров обрабатываемого отверстия и режущей поверхности инструмента, а также стабилизацией радиальной составляющей силы резания, практически недостижимой при прерывистом шлифовании существующим инструментом.

Кроме того, шлифование новым сборным абразивным инструментом должно обеспечить образование сжимающих остаточных напряжений, так как здесь имеет место интенсивное пластическое деформирование металла при незначительном тепловыделении.

Представленные теоретические предположения прошли экспериментальную проверку, которая подтвердила их верность.

Бахтин А.В.

*Научный руководитель: к.т.н., доцент А.В. Карпов  
Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного  
учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23  
E-mail: semisonic1996@yandex.ru*

**Технологическая подготовка производства детали "Вал-шестерня 20К17.06.23.008"  
для условий АО "Производственное объединение "Муроммашзавод""**

Деталь "Вал-шестерня 20К17.06.23.008" представляет собой многоступенчатое тело вращения из высоколегированной конструкционной стали 12ХН3А ГОСТ 4543-71. Назначение детали: передача крутящего момента на ведомый вал в коробках скоростей транспортных машин специального назначения (военная продукция предприятия). Во время работы деталь испытывает сложное нагружение - кручение с изгибом, а также ударные нагрузки на боковые поверхности зубьев. Кроме того, деталь планируется эксплуатировать в суровых погодных условиях. Для её эффективной работы необходимо иметь высокую поверхностную твёрдость и износоустойчивость контактных поверхностей, чему соответствует вышеуказанный материал.

Нами проведён анализ технологичности конструкции детали "Вал-шестерня 20К17.06.23.008" с целью увязки конструкторских и технологических требований, предъявляемых к детали при заданном объёме её выпуска на предприятии АО "Производственное объединение "Муроммашзавод"". При годовой программе 2500 шт. для деталей массой до 10 кг приходим к выводу, что тип производства - среднесерийный.

Среднесерийное производство характеризуется ограниченной номенклатурой изделий, изготавливаемых периодически повторяющимися партиями, и увеличенным объёмом выпуска по сравнению с мелкосерийным и единичным типами производства. В среднесерийном производстве технологический процесс изготовления детали дифференцирован на отдельные самостоятельные операции, выполняемые на определённых станках. При среднесерийном производстве рентабельно использовать станки и обрабатывающие центры с числовым программным управлением (ЧПУ). В предлагаемом нами технологическом процессе изготовления вала-шестерни используются токарно-винторезный станок с ЧПУ модели С28СNC. Использование данного оборудования приведёт к увеличению механизации и автоматизации, снижению трудоёмкости механической обработки заготовки и повышению качества изделия.

Кроме того, для реализации станочных операций обработки резанием экономически обоснованным становится применение универсально-сборных приспособлений, что позволяет снизить трудоёмкость, штучное время, а, следовательно, технологическую себестоимость изделия.

Технологическая характеристика детали "Вал-шестерня 20К17.06.23.010" определяется коэффициентом точности, равным 0,91, и коэффициентом шероховатости поверхности, равным 0,87. Значения этих коэффициентов близки к единице, что свидетельствует о технологичности конструкции детали. Это значит, что деталь при обработке на станках можно изготовить в пределах допуска с требуемой шероховатостью.

Для производства заготовок базовое предприятие - АО "Производственное объединение "Муроммашзавод"" - располагает современными кузнечно-прессовыми и литейными цехами. Технично-экономические расчёты, проведённые для условий предприятия, показывают, что в качестве заготовки для детали "Вал-шестерня 20К17.06.23.008" рекомендуется поковка, получаемая горячей объёмной штамповкой на горизонтально-ковочных машинах (ГКМ). При этом минимизируются потери металла и кузнечные напуски, и стоимость заготовки получается меньшей по сравнению со свободной ковкой и штамповкой на молотах или прессах (78,5 рублей). Следует отметить, что поковку необходимо будет подвергнуть отжигу. Применение штамповки на ГКМ и последующая механическая обработка на станке модели С28СNC

позволит предприятию получить существенный экономический эффект при изготовлении детали "Вал-шестерня 20К17.06.23.008" и аналогичных изделий.

Блинкова Т.П.  
Научный руководитель: к.т.н. В.А. Яиков  
Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного  
учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени  
Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23  
E-mail: t.blinkova@bk.ru

### **Клиновые и клиноплунжерные зажимные механизмы.**

В условиях среднесерийного производства остро стоит вопрос о том, как сократить время обработки при этом не теряя качества обработанной поверхности и использовании дешевой рабочей силы. Используются специальные станочные приспособления.

Клиновые зажимные устройства используются для непосредственного зажима заготовки и в сложных зажимных системах, например в качестве усилителей пневмо- и гидроприводов. Клиновые и клиноплунжерные самоцентрирующие механизмы применяют в конструкциях оправок.

Достоинства: простота и компактность конструкции, удобство в наладке и эксплуатации, способность к самоторможению (кроме механизмов с роликами), постоянство сил закрепления, которые не зависят от допуска на размер заготовки.

Недостатки: сосредоточенный характер сил закрепления, что затрудняет использование этих механизмов при обработке нежестких заготовок, низкая надежность, которая зависит от характера клинового сопряжения, формы поперечного сечения плунжеров и пазов под плунжеры, зазоров между плунжерами и пазами, защищенности механизма от стружки.

Важнейшим конструктивным элементом механизмов является угол скоса клина  $\alpha$ .

Расчет клинового и клиноплунжерного механизма для закрепления заготовки:

1. Исходные данные :  $P_3$  - сила закрепления заготовки, Н;  $\delta$  - отклонение детали на направлении разжима, мм.

2. Определяют ход плунжера, необходимый для закрепления детали:

$$S(P_3) = \Delta_{ГАР} + \delta + \Delta S(P_3) + P_3 / J \quad (1)$$

где  $\Delta_{ГАР} = 0,2 \dots 0,4$  мм. гарантированный зазор для свободной установки и снятия детали;  $\Delta S(P_3) = 0,2 \dots 0,4$  мм. запас хода плунжера, учитывающий износ и погрешности изготовления механизма;  $J = 1000 \dots 3500$  Н/мм - жесткость клиноплунжерного механизма [1].

3. Определяем силу на приводе клинового зажима ,Н.

$$Q = P_3 / i_c, \quad (2)$$

где  $i_c$  - передаточное отношение силы клинового механизма [1].

### **Литература**

1. Станочные приспособления: справочник в 2-х т./А.И.Астахов [и др.]; под ред. Б.Н. Вардашкина, А.А. Шатилова. – М.: Машиностроение, 1984. –1. т. – 592 с.

Бубнов Д.А., Левченко К.П.

*Научный руководитель: канд. техн. наук С.А. Силантьев  
Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного  
учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет име-  
ни Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23  
602264, г. Муром Владимирской область, ул. Орловская, 23, E-mail:ppdsio@ya.ru*

### **СИО ППД как финишная отделочно-упрочняющая обработка колесных пар**

Колесная пара – основной элемент ходовой части рельсового транспорта. В настоящее время ресурс цельнокатаной колесной пары тележек грузовых и пассажирских измеряется сотнями тысяч километров. Несмотря на это задача повышения надежности и эксплуатационного ресурса является актуальной, особенно при существенно возросших скоростях движения железнодорожного транспорта.

К колесным парам предъявляются высокие требования в процессе производства начиная от контроля химического состава стали в каждом разливочном ковше при плавке и заканчивая многочисленными геометрическими и механическими параметрами. Основной характеристикой колесной стали, влияющей на степень и глубину упрочнения методами поверхностного пластического деформирования является содержание углерода, находящееся в пределах 0.45-0.70%. Известно, что стали с таким содержанием углерода могут быть эффективно упрочнены методами поверхностного пластического деформирования (ППД) в холодном состоянии, при этом увеличение твердости составляет до 50-70%.

Существующий технологический процесс изготовления колес предполагает использование финишной отделочно-упрочняющей дробеструйной обработки, основной задачей которой является увеличение предела выносливости вследствие получения в поверхностном слое сжимающих остаточных напряжений. Обработке подвергают поверхность диска колеса и зону перехода диска в обод и ступицу. Увеличение твердости не контролируется, степень остаточных напряжений контролируется косвенно, по результатам измерения пластины-свидетеля.

Дробеструйная обработка заключается в стохастическом соударении отдельных дробинок в струе разгоняемой газом стальной дроби с обрабатываемой поверхностью. Дробеструйная обработка относится к динамическим методам ППД. Поверхностное увеличение твердости распространяется на глубину измеряемую десятими долями миллиметра. Дробеструйная обработка колес производится на отдельной установке, после обточки поверхности диска колеса.

Предлагается применить вместо дробеструйной обработки дисков колес, метод обработки ППД статико-импульсной обработкой (СИО). Метод заключается в предварительном статическом нагружении инструмента силой, имеющей постоянное значение в течение всего времени обработки, и периодическом импульсном нагружении. СИО позволяет за счет управления технологическими режимами получать равномерно упрочненный слой материала с требуемой величиной остаточных сжимающих напряжений, а также степенью и глубиной увеличения твердости поверхности.

СИО предполагается объединить с токарной обточкой поверхности диска после термообработки на токарно-карусельном станке. Генератор механических импульсов необходимый для реализации СИО размещается на свободном суппорте станка. Деформирующий инструмент монтируется на статически нагруженном волноводе. В качестве инструмента предлагается использование бочкообразного ролика.

Применение СИО при изготовлении колес позволит снизить себестоимость изготовления, повысить стабильность механических свойств поверхности диска колеса. Кроме того возможно увеличить срок службы колеса получив требуемые характеристики упрочняемой поверхности управляя процессом упрочнения.

Буторина А.Д.

Научный руководитель: старший преподаватель Е.А. Борисова  
 Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного  
 учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет  
 имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
 602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23

### Построение крайних положений рычажного механизма на примере вытяжного пресса

При кинематическом исследовании рычажного механизма определяют его кинематические характеристики: траектории движения, скорости и ускорения звеньев и точек, принадлежащих звеньям, без учета сил, вызывающих данное движение. Определение положений звеньев за цикл движения механизма, а также построение траекторий движения точек необходимо для определения габаритных размеров механизма [1].

Рассмотрим построение крайних положений рычажного механизма на примере вытяжного пресса (рис.1).

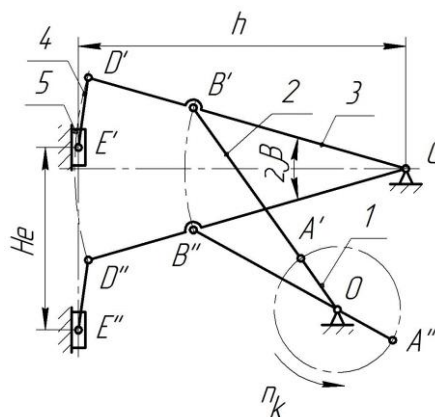


Рис. 1 – Кинематическая схема вытяжного пресса

Для построения кинематической схемы вытяжного пресса исходными данными являются длины звеньев,  $2\beta$  – угол качания коромысла 3, ход ползуна  $H_e$ ,  $h$  – расстояние от кинематической пары С до траектории движения ползуна 5, кривошип 1 вращается равномерно. Наносим на плане кинематическую пару С, через которую проводим горизонтальную прямую. Относительно этой прямой проводим две наклонные линии под углом  $\beta$  – половины угла качания коромысла 3 и строим крайние ее положения  $CD'$  и  $CD''$ . На расстоянии  $h$  от кинематической пары С проводим вертикальную прямую – траекторию движения ползуна 5. Из точки  $D'$  радиусом  $E'D'$  проводим окружность до пересечения с траекторией движения ползуна 5, тем самым определяя его начальное положение. От точки  $E'$  на расстоянии  $H_e$ , откладываем точку  $E''$ , соответствующую конечному положению ползуна 5. Соединяя точки  $E' D'$  и  $E'' D''$  получаем крайние положения звена 4. На построенных положениях коромысла 3 наносим кинематическую пару В, получая соответственно точки  $B'$  и  $B''$ . Из полученных точек радиусами  $OB'$  и  $OB''$  засекаем кинематическую пару О, из которой радиусом  $OA$  проводим окружность – траекторию движения кинематической пары А, соединяющей кривошип 1 с шатуном 2. Через кинематическую пару О проводим отрезки  $OB'$  и  $OB''$ , определяя начальное и конечное положения кривошипа 1, соответствующие крайним положениям ползуна 5.

### Литература

1. Ефанов А.М., Ковалевский В.П. Теория механизмов и машин: Учебное пособие. – Оренбург: ОГУ, 2004. – 267 с.: ил.198. - <http://window.edu.ru/resource/055/74055/files/work11.pdf>.

Диков А.Г.  
*Научный руководитель –к.т.н. С.В. Баринов*  
*Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного*  
*учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет*  
*имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»*  
*602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23*  
*E-mail:apmitp@yandex.ru*

### **Повышение прочностных характеристик сварных соединений из алюминиевых сплавов.**

В современном машиностроении широко распространены неразъемные соединения, выполняемые при помощи сварки. На их долю приходится около 70% всех соединений [1]. При соблюдении технологического процесса, сварные соединения обеспечивают необходимые параметры надежности и прочности.

Однако в условиях реального производства нередко нарушаются требования по проведению сварочных работ. Это приводит к возникновению нежелательных остаточных напряжений, деформаций, коробления, что в конечном итоге существенно влияет на прочность и долговечность конструкции в целом. Кроме того, сварочные деформации вследствие изменения размеров и формы детали затрудняют их сборку, ухудшают внешний вид и эксплуатационные характеристики. Сварочные напряжения снижают сопротивляемость разрушению, особенно при воздействии циклических нагрузок и агрессивных сред.

Анализ причин разрушения показывает, что зарождение дефектов происходит в структурно-неоднородных областях: «основной металл – зона термического влияния – металл шва», в которых исходные свойства материала снижаются. В результате, в более 90% случаев, преждевременный отказ деталей машин возникает из-за развития трещин, остальные 10% приходится на дефекты изготовления, коррозию, ошибки эксплуатации [1]. Так же известно, что наибольшие напряжения в сварных изделиях возникают в зоне перехода от металла сварного шва к основному металлу. Однако, существуют материалы, сочетающие в себе такие характеристики как хорошая свариваемость с образованием невысоких остаточных напряжений в шве и минимальным снижением механических свойств сварного соединения, легкость механической обработки, возможность применения последующей отделочно-упрочняющей обработки с целью повышения качества изделия. Такими материалами являются промышленные алюминиевые сплавы, в частности деформируемые сплавы системы Al-Mg (алюминия с магнием, магналии). Однако для сварных соединений, выполненных из этих материалов, требуется повышение прочностных характеристик.

Для повышения прочности и долговечности сварных соединений применяют различные способы. Мероприятия могут осуществляться на различных стадиях производственного процесса: до сварки – на стадии проектирования конструкции и технологии производства, во время и после сварки.

Здесь особое внимание уделяется снижению деформаций и остаточных напряжений после проведения сварочных работ. Одним из наиболее эффективных методов по устранению негативных последствий сварки являются методы поверхностного пластического деформирования (ППД). ППД позволяет исправить геометрию конструкции и создать в поверхностном слое благоприятные сжимающие остаточные напряжения.

Одним из инновационных методов ППД является статико-импульсная обработка (СИО), сочетающая в себе статическое и динамическое упрочнение.

Для исследования возможности повышения прочностных характеристик были подготовлены сварные образцы из сплава АМг2 со стыковым швом и разделом кромок. Затем образцы упрочнялись на установке СИО и испытывались на статическое растяжение на разрывной машине.

В результате испытаний упрочненных и неупрочненных образцов было установлено, что СИО сварных соединений позволяет повысить прочностные характеристики от 10 до 15% в зависимости от режимов обработки.



**Литература**

1. Сварочные деформации и напряжения. Винокуров В. А. М.: Машиностроение, 1968. - 236с.

Дудукин А.И.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Соловьев Д.Л.

Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет

имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»

602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23

dudukin89@gmail.com

### **Конструкторско-технологическая подготовка детали «Вал шлицевый 20К17.06.23.014» для условий ОАО ПО ММЗ**

Деталь "Вал шлицевый" является ведомым валом тихоходной ступени двухступенчатого цилиндрического редуктора и предназначена для передачи крутящего момента и частоты вращения. Для производства выпуск данной детали является серийным производством что предъявляет высокие требования к рациональному выбору заготовок. Правильно выбрать способ получения заготовки - означает определить рациональный технологический процесс её получения с учётом материала детали, требований к точности её изготовления, технических условий, эксплуатационных характеристик и серийности выпуска.

"Вал шлицевый" представляет собой деталь из конструкционной легированной стали 38ХМ ГОСТ 4543-71. Возможные виды и способы получения заготовок для данной детали, учитывая основные показатели детали: материал, серийность, конструкция формы, масса. В соответствии с данными показателями выбираем из двух видов получения заготовки свободная ковка или прокат. Следующим шагом является экономическое сравнение выбранных методов получения заготовок. Главным образом цена заготовки зависит от себестоимости ее получения. Себестоимость получения заготовки, без затрат на предварительную механическую обработку, определяется по формуле:

$$C_{\text{заг}} = \left[ \frac{C + K_{\text{т.о.}}}{1000} G_{\text{заг}} K_{\text{т}} K_{\text{с}} - (G_{\text{заг}} - G_{\text{д}}) \frac{S_{\text{отх}}}{1000} \right] K_{\text{ф}}$$

Из технико-экономических расчетов следует, что, у заготовки полученной методом свободнойковки меньше отходов, а, следовательно, больше и коэффициент использования металла, по сравнению с заготовкой полученной методом проката, поэтому технически предпочтительным вариантом заготовки является свободная ковка. В условиях заданного производства было выявлено что данное предприятие не может наладить самостоятельный выпуск заготовок, полученных этим методом. Для получения заготовок методом свободнойковки предприятию необходимо закупить дополнительное оборудование, что экономически не рентабельно. Покупка заготовок на других предприятиях имеет более высокую стоимость.

При сравнении стоимости покупки заготовок выяснилось, что цена заготовок, полученных методом свободнойковки значительно выше чем у заготовок, полученных методом проката.

Поэтому экономически предпочтительным вариантом остается прокат так как стоимость одной тонны заготовок ниже чем у полученных методом свободнойковки.

Егоров А.С.

*Научный руководитель: к.т.н., доцент Гусев С.В.*

*Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23  
e-mail: shytila007@list.ru*

### **Повышение предела прочности рессорно-пружинных сталей**

Как и все материалы, применяемые для изготовления ответственных деталей, стали для автотракторных рессор и пружин должны обладать высоким комплектом свойств. В рессорно-пружинном прокате они гарантируются химическим составом и металлургическими особенностями производства и как следствие физико-механическими свойствами материала в готовых изделиях. Безусловно, что определяющими факторами при повышении работоспособности рессор и пружин являются точность и качество проката, а также химический состав стали, но с учётом определенных доработок, можно добиться ещё более лучших характеристик.

Предлагаемый мной способ является очень актуальным, ведь проблема прочности рессорно-пружинных сталей остаётся не решенной и по сей день. Основная проблема сегодня и заключается в недостатки прочности рессорно-пружинных сталей.

Основные факторы влияющими на прочность пружинной стали:

- сократить процентное содержание аустенита, так как он снижает циклическую прочность и долговечность упругих элементов, это сказывается на упругих свойствах стали. Для этого нужно воспользоваться технологией обработки холодом.

- наличие обезуглероженного слоя на рессорно-пружинных сталях, снижает выносливость материала, из-за низкой прочности поверхностного слоя и наличия в нём значительных остаточных растягивающих напряжений. Даже глубина обезуглероженного слоя 0.01 мм приводит к снижению предела выносливости в 2 раза, чтобы это предотвратить нужно воспользоваться обмазкой во время закалки.

- стали должны иметь мелкозернистую структуру, это обеспечивается в основном правильным выбором легирующих элементов.

Эта технология получения образцов, как раз и даёт возможность избежания этих трёх основных факторов, она отличается от традиционных методов получения рессорно-пружинных сталей, и даёт возможность улучшения механических характеристик, что является одним из основных требований к пружинным сталям, тем самым продлевая срок службы, в том числе и предел прочности.

Технология заключается в следующем: берём многожильную пружину, загружаем её в печь для отжига, чтобы вернуть материал в исходное состояние. Затем распрямлённую проволоку складываем друг с другом, для более плотного прилегания жил, закрепляем с двух сторон. Далее производим наплавку по всей поверхности. Затем подвергаем полученную заготовку пластической деформации, для получения ровной поверхности, так же после этого рекомендуется произвести повторный отжиг. Следующим шагом происходит фрезерование поверхности, для придания нужной формы нашей заготовке. Далее подвергаем полученную заготовку закалке с обмазкой в закалочной печи с целью упрочнения.

Благодаря выше указанный методике, мы повысили предел прочности рессорно-пружинной стали 65 с  $\sigma=1000$  Мпа до  $\sigma=1800$  Мпа, при этом износ контактирующих жил может быть практически исключён, благодаря отсутствия трения между ними, тем самым ещё и продлевая срок службы.

### **Литература**

1. Рунов В.В. Состояние и основные направления совершенствования рессорно-пружинных сталей. -М.: – 50 с.

2. Лахтин Ю.М. Металловедение и термическая обработка металлов. Изд 3-е перераб. и доп. – М.: Металлургия, 1983. – 359 с.

Ермаков Д.С.

*Научный руководитель: к.т.н., доцент А.В. Карпов  
Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного  
учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23  
E-mail: ermakov6593@mail.ru*

**Технологическая подготовка производства детали "Вал-шестерня 20К17.06.23.010"  
для условий АО "Производственное объединение "Муроммашзавод"**

Деталь "Вал-шестерня 20К17.06.23.010" представляет собой конструкцию из высоколегированной конструкционной стали 38ХНЗМФА ГОСТ 4543-71, служащую для передачи крутящего момента на ведомый вал в приводах транспортных машин специального назначения (военная продукция). Материал выбран исходя из необходимости обеспечить высокие эксплуатационные характеристики детали при использовании в суровых климатических условиях. Кроме того, к рабочим поверхностям детали предъявляются требования высокой поверхностной твёрдости и повышенной износоустойчивости.

Нами проведён анализ технологичности конструкции детали "Вал-шестерня 20К17.06.23.010" с целью увязки конструкторских и технологических требований, предъявляемых к детали при заданном объёме её выпуска на предприятии АО "Производственное объединение "Муроммашзавод". При годовой программе 2750 шт. для деталей массой до 10 кг приходим к выводу, что тип производства - среднесерийный.

Среднесерийное производство характеризуется ограниченной номенклатурой изделий, изготавливаемых периодически повторяющимися партиями, и увеличенным объёмом выпуска по сравнению с мелкосерийным и единичным типами производства. В среднесерийном производстве технологический процесс изготовления детали дифференцирован на отдельные самостоятельные операции, выполняемые на определённых станках. При среднесерийном производстве рентабельно использовать станки и обрабатывающие центры с числовым программным управлением (ЧПУ). В предлагаемом нами технологическом процессе изготовления вала-шестерни используются токарно-винторезный станок с ЧПУ T500 CNC и вертикально-фрезерный станок с ЧПУ 6P13Ф3.

Кроме того, для реализации станочных операций обработки резанием экономически обоснованным становится применение универсально-сборных приспособлений, что позволяет снизить трудоёмкость, штучное время, а, следовательно, технологическую себестоимость изделия.

Технологическая характеристика детали "Вал-шестерня 20К17.06.23.010" определяется коэффициентом точности, равным 0,91, и коэффициентом шероховатости поверхности, равным 0,87. Значения этих коэффициентов близки к единице, что свидетельствует о технологичности конструкции детали. Это значит, что деталь при обработке на станках можно изготовить в пределах допуска с требуемой шероховатостью.

Технико-экономические расчёты, проведённые для условий предприятия АО "Производственное объединение "Муроммашзавод", показывают, что в качестве заготовки для детали "Вал-шестерня 20К17.06.23.010" следует использовать штампованную поковку, получаемую методом горячей объёмной штамповки на горизонтально-ковочных машинах (ГКМ). При этом варианте минимизируются потери металла и кузнечные напуски, и стоимость заготовки получается меньшей по сравнению со свободной ковкой и штамповкой на молотах или прессах. Таким образом, метод штамповки на ГКМ выбран нами исходя из экономических соображений, так как себестоимость заготовки составит 29,6 рублей, что в разы меньше в сравнении с другими методами. На эту себестоимость повлияло то, что при штамповке на ГКМ используется исходная заготовка (нарезанный на части круглый прокат) значительно меньшей массой, чем для других методов горячего деформирования, реализуемых на базовом предприятии. Применение штамповки на ГКМ при изготовлении детали "Вал-шестерня 20К17.06.23.010" позволит предприятию получить существенный экономический эффект.

Зайцев А.А.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Л.Г. Никитина  
 Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного  
 учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет  
 имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
 602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23  
 E-mail: alexeyzaycev14@yandex.ru

### Проектирование привода главного движения широкоуниверсального инструментального фрезерного станка модели 67К25ПФ2

Проектирование привода главного движения проводим графо-аналитическим методом, который сводится к построению структурной сетки и графика частот вращения с целью определения передаточных отношений зубчатых колес.

Исходя из заданного диапазона частот вращения шпинделя  $n_{\min}=40 \text{ мин}^{-1}$  и  $n_{\max}=2000 \text{ мин}^{-1}$ , определяем число  $Z$  ступеней частот вращения шпинделя, назначив знаменатель геометрического ряда  $\varphi=1,26$ :

$$Z = 1 + \frac{\lg R_n}{\lg \varphi} = 1 + \frac{\lg 50}{\lg 1,26} = 18,$$

где:  $R_n = \frac{n_{\max}}{n_{\min}} = \frac{2000}{40} = 50$

Назначаем множительную структуру привода, состоящую из 3-х групповых передач  $P_a, P_b, P_c$ , имеющих число скоростей соответственно  $P_a=3, P_b=3, P_c=2$ .

Структура коробки следующая:

$$Z = 18 = P_a * P_b * P_c = 3 * 3 * 2$$

Определяем характеристики  $X_i$  групповых передач и строим структурную сетку привода, представленной на рис.1:  $P_a=3, X_a=1; P_b=3, X_b=3; P_c=2, X_c=9$ .

$$Z = P_a * P_b * P_c = 3_1 * 3_3 * 2_9.$$

Исходя из характеристик, получаем следующее соотношение передаточных отношений  $i$  в групповых передачах:

$$\begin{aligned} i_1 : i_2 : i_3 &= \varphi^1; \\ i_4 : i_5 : i_6 &= \varphi^3; \\ i_7 : i_8 &= \varphi^9. \end{aligned}$$

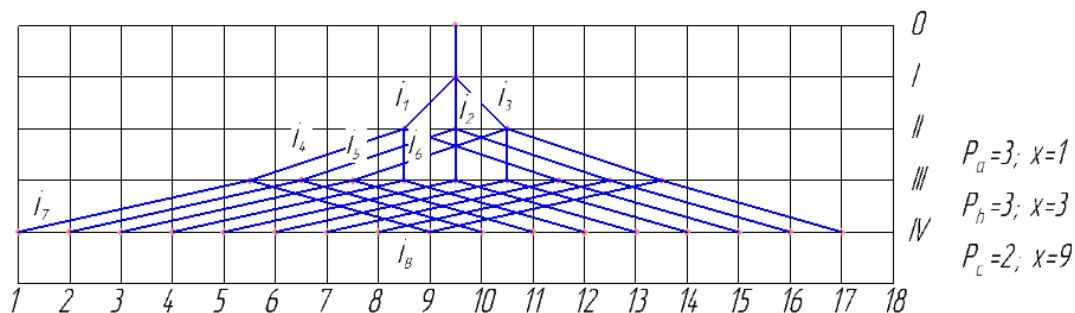


Рис.1- Структурная сетка привода

Определяем передаточные отношения для групповой передачи  $P_c$ , имеющей 2 зубчатые пары колес с редукцией  $i_7 : i_8 = \varphi^9$ . Назначаем передаточное отношение  $i_8$

$$i_8 = \frac{1}{\varphi^6}; \text{ тогда } i_7 = i_8 * \varphi^9 = \frac{1}{\varphi^6} * \varphi^9 = \varphi^3.$$

Определяем передаточные отношения для групповой передачи P<sub>б</sub>, имеющей 3 зубчатые пары колес с редукцией  $i_4 : i_5 : i_6 = \varphi^3$ .

$$\frac{i_5}{i_6} = \varphi^3; \text{ назначаем } i_6 = \frac{1}{\varphi^5}; \text{ тогда } i_5 = i_6 * \varphi^3 = \frac{1}{\varphi^5} * \varphi^3 = \frac{1}{\varphi^2},$$

$$i_4 = i_5 * \varphi^3 = \frac{1}{\varphi^2} * \varphi^3 = \varphi.$$

Определяем передаточные отношения для групповой передачи P<sub>а</sub>, имеющей 3 зубчатые пары колес с редукцией  $i_1 : i_2 : i_3 = \varphi^1$ .

$$\frac{i_2}{i_3} = \varphi^1; \text{ назначаем } i_3 = \frac{1}{\varphi^3}; \text{ тогда } i_2 = i_3 * \varphi^1 = \frac{1}{\varphi^3} * \varphi^1 = \frac{1}{\varphi^2},$$

$$i_1 = i_2 * \varphi^1 = \frac{1}{\varphi^2} * \varphi^1 = \varphi.$$

Определяем передаточное отношение ременной передачи, выбираем диаметр шкивов:

$$i_p = \frac{1000}{1440} = \frac{125}{90}.$$

Строим график частот вращения шпинделя, рис.2:

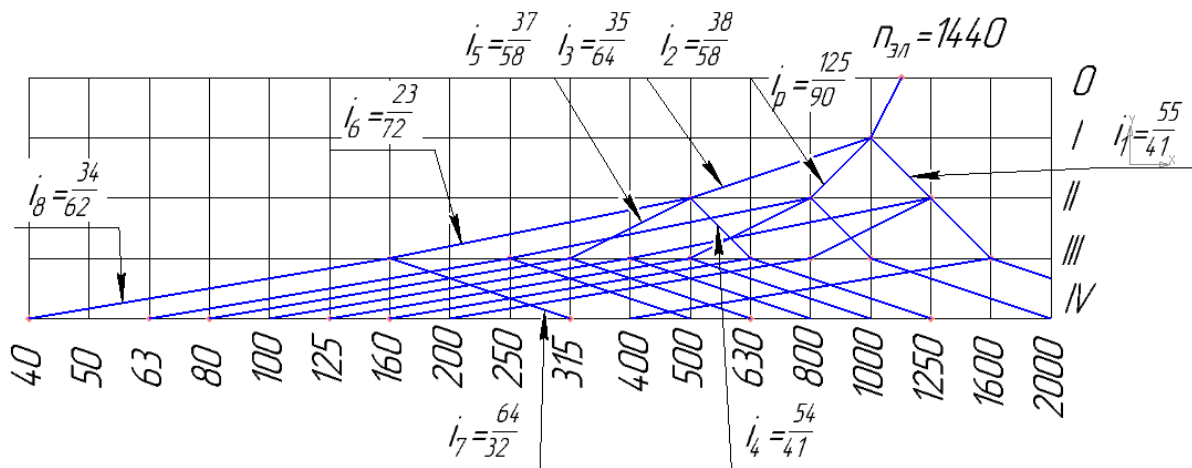


Рис.2 – График частот вращения шпинделя

Зная передаточные отношения зубчатых пар коробки скоростей, подбираем числа зубьев колес для групповых передач [2].

Мощность привода главного движения выбираем исходя из эффективной мощности резания [1]:

$$N_{рез}^{эф} = \frac{P_z * V}{1020 * 60}, \text{ кВт},$$

где P<sub>z</sub>- главная составляющая силы резания, которая определяется [1]:

$$P_z = \frac{10C_p * t^x S^y Z}{D q n^w} K_{mp} = \frac{10 * 68,2 * 2,5^{0,86} * 200^{0,72} * 14}{63^{0,86} * 160^0} * 1 = 5227 \text{ Н},$$

где C<sub>p</sub>=68,2 – коэффициент, учитывающий инструмент (быстрорежущая сталь) и материал заготовки (сталь, σ<sub>в</sub>=750 МПа);

x=0,86, y=0,72, q=0,86, w=0 – показатели степени;

K<sub>mp</sub>=1 – коэффициент, учитывающий влияние марки обрабатываемого материала;

D= 63 мм- диаметр цилиндрической фрезы;

Z=14- число зубьев фрезы;

$t = 2,5$  мм- глубина резания;

$S = 200$  мм/мин- подача;

$n = 160$  об/мин- частота вращения шпинделя.

Скорость резания определяется по формуле [1]:

$$V = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 * 63 * 160}{1000} = 31,6 \text{ м/мин}$$

Тогда эффективная мощности резания:

$$N_{\text{рез}}^{\text{эф}} = \frac{5227 * 31,6}{1020 * 60} = 2,69 \approx 2,7, \text{ кВт}$$

Электродвигатель привода главного движения определяют по наибольшей эффективной мощности, необходимой для резания, по формуле:

$$N_{\text{гл}} = \frac{N_{\text{рез}}^{\text{эф}}}{\eta},$$

где  $\eta$  – КПД привода станка (0,7-0,85).

$$N_{\text{гл}} = \frac{2,7}{0,85} = 3,17 \text{ кВт}$$

Учитывая возможность перегрузки двигателя на 25%, принимаем:

$$N_{\text{гл}} = N_{\text{гл1}} * 1,25 = 3,17 * 1,25 = 3,96 \text{ кВт}$$

Выбираем трехфазный асинхронный электродвигатель 4А90L2НПУЗ с мощностью 4 кВт.

### Литература

1. Справочник технолога - машиностроителя / Под ред. А.Г.Косиловой и Р.К.Мещерякова, т.1, т.2 - М: Машиностроение, 1985 г.
2. Пуш В.Э. Конструирование металлорежущих станков. М.: Машиностроение, 1977 г.
3. Металлорежущие станки: Учебник для машиностроительных вузов / Под ред. В.Э. Пуша. М.: Машиностроение, 1985 г.



Карманова А.А.

*Научный руководитель: к.т.н., доцент А. В. Волченков  
Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного  
учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23  
E-mail: karmanova.nastya2013@yandex.ru*

### Особенности изготовления коленчатого вала

Коленчатый вал (КВ) - незаменимая деталь в любом двигателе и приборе, где имеет место поступательное движение. Благодаря КВ оно преобразовывается во вращательный момент и используется по назначению. С технической точки зрения вал относится к сложным конструкциям и его изготовление - это многоступенчатый процесс со своими специфическими моментами. Рассмотрим на примере КВ поэтапное производство изделия и ключевые моменты.

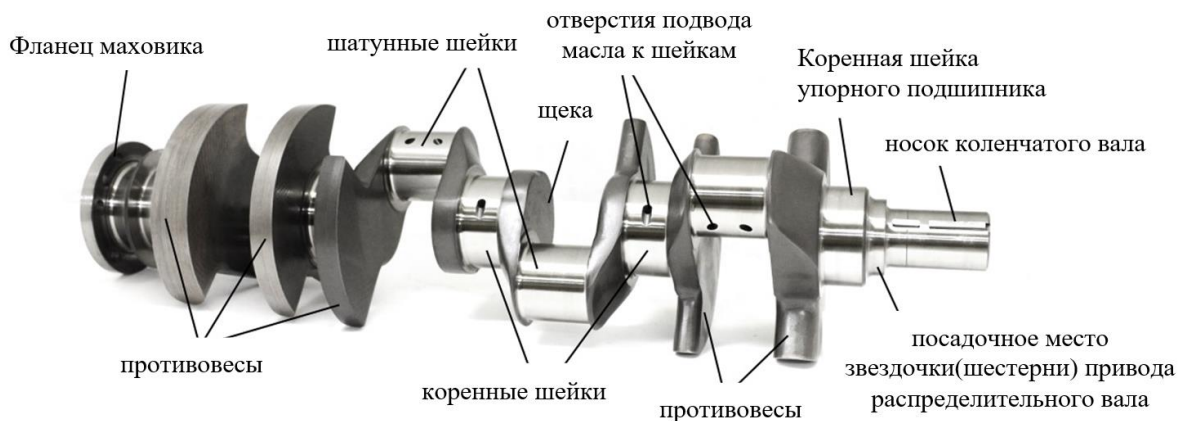


Рис.1 Коленчатый вал

Отличий в плане изготовления КВ много и не существует единого производственного подхода. Используются различные материалы, методы обработки, оборудование, что даёт на выходе конечное изделие. Основные характеристики, определяющие качество КВ и область его применения:

1) **Материал.** Чаще всего это различные виды стали и чугуна, модифицированные и подходящие для этих целей.

2) **Дополнительная обработка.** Речь идет об финишном доведении детали до требуемых параметров. Это достигается с помощью использования высоких температур, химических сред, повышенного давления.

3) **Точность размеров.** Этот параметр сильно влияет на область применения и специфику использования КВ. Валы малых размеров выпускают большими объемами и незаменимы, например, в автомобильной промышленности. Валы больших размеров применяются в энергетике. Это типичные образцы, сделанные под конкретные задачи.

Главными критериями является материал из которого изготавливают вал. Чаще всего это: сталь. За основу берётся высококачественная углеродистая легированная сталь марок 40, 45, 40Х. Марка стали подбирается исходя из возможности сохранить высокую пластичность материала и требование обеспечить износостойкость трущихся частей. Чтобы свести к минимуму количество дефектов при производстве и увеличить долговечность заготовки, КВ производят штамповкой. Это обеспечивает прочность и долговечность рекомендуемую для высокоточных производств [1].

Эффективным является методковки заготовок в мелкосерийном производстве. Для этих целей используются гидравлические прессы, обеспечивающие наилучший результат. Поковки

обязательно термически обрабатываются для достижения требуемых свойств материала и его долговечности. Штамповка происходит в два этапа: подготовительный и окончательный. Это позволяет получить законченное изделие с заданными свойствами и минимизировать количество возможных дефектов. Готовая штамповка также подвергается термической нормализации: помещается в разогретую до 450°C печь, где она прогревается до 900-950°C на протяжении 8 часов. Далее следует выдержка при таких же термических условиях в течение трёх часов. После следует охлаждение до 640°C на протяжении 3 часов, охлаждение на воздухе до приемлемых температур[1].

Когда штамповка КВ проходит термическую нормализацию её подвергают дополнительной механической обработке, чтобы избавиться от внешних дефектов: окалина, неровности. Для этих целей применяется пневматические молоты для крупных заготовок и дробеструйная обдувка для малых заготовок. Далее готовые образцы подвергаются проверке на прочность, текучесть, удлинение и другие параметры.

Чугун также считается перспективным направлением. В качестве основного материала используется чугун марки ВЧ 50-1,5. Это модифицированный литейный и высокопрочный материал нашедший применение при изготовлении КВ средних размеров. Чугун имеет ряд неоспоримых преимуществ по сравнению со сталью. Во-первых, возможность делать более сложные формы. Во-вторых, более простой и экономически выгодный производный цикл, минуя стадии термической обработки, сохраняя при этом неизменно высокие параметры готового изделия[1].

При производстве коленчатых валов из чугуна работы осуществляются в два этапа: подготовительный и финишный. На первом этапе происходит литье чугуна в подготовленные формы в земле или в оболочковые формы. Изготовление коренных и шатунных шеек согласно требуемым параметрам происходит на отдельных операциях. Шейки изготавливаются полые благодаря литейным стержням. Также на крупных валах полыми изготавливают щеки, что благоприятно может сказываться на уменьшении веса изделия. Далее запрессовкой все составные части соединяются путём установки в отверстия щек. Это существенно сокращает и удешевляет производственный цикл как на стадии получения заготовки, так и на стадии обработки готового изделия. В большинстве случаев процесс автоматизирован, что позволяет достичь высокого класса точности и чистоты литья.

Изготовление КВ отличается многообразием подходов и вариаций технологических процессов ввиду применения типовых и групповых схем обработки, а также возможности использования разных материалов. Выбор того или иного производственного процесса диктуется масштабами производства и областью применения (КВ). Каждый из методов имеет свои преимущества и выбирается согласно решаемым задачам.

### **Литература**

1. Беспалов, Б. Л. Технология машиностроения (специальная часть) 2-е издание/ Б. Л. Беспалов [и д.р.] - М.: Машиностроение, 1973. - 449 с.

Козлов А.А.

*Научный руководитель: к.т.н., доцент С.В. Баринов  
Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного  
учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23  
E-mail: dedvtanke2k16@yandex.ru*

### **Разработка экспериментального стенда для анализа эффекта суммирования ударных волн**

Проблема исследования и разработки стендов является актуальной, т.к. при работе и транспортировке многие приборы и устройства могут подвергаться ударным воздействиям, что в свою очередь приводит как к нарушению механической прочности, так и к функциональным и эксплуатационным характеристикам. По факту данных причин над образцами проводят ударные испытания для определения максимальной нагрузки без нарушения свойств образцов.

Исходя из этого целью данных исследований является установление взаимосвязи между распределением микротвердости в поверхностном слое и числом, геометрией, расположением инструментов в многоконтактной ударной системе.

Исследования в данной работе проводились на специально разработанном экспериментальном стенде, позволяющем одновременно нагружать упрочняемую поверхность четырьмя инструментами.

В данный стенд закреплялся нагружаемый образец из сплава АМГ2, устанавливался один инструмент и производился удар. Затем эксперимент проводился с двумя, тремя и четырьмя инструментами с одной и той же энергией. Сначала, эксперимент проводился с использованием инструментов с плоской формой торца, затем с формой торца, заправленной под сферу. Благодаря конструкции стенда, в которую входили сепараторы, можно было контролировать расстояние инструментов, в одном случае, непосредственно друг с другом (без зазоров), в другом, на расстояние между соседними инструментами равно половине их диаметра (0,5d).

После проведения ударов, из вырезанных фрагментов упрочненных дорожек, согласно рекомендациям, изготавливались шлифы. Шлифы последовательно обрабатывали на шлифовальных бумагах, путем перехода от грубых к тонким. Затем на данном фрагменте мы измеряли микротвердость на микротвердомере ПМТ-3. Все данные заносились в программу Statistica.

После исследований были построены эпюры распределения, исходя из которых можно сделать следующие выводы:

1. Установлено, что применение инструментов с плоской формой торца, по сравнению с формой, заправленной под сферу, позволяет при одинаковых размерах областей с максимальной микротвердостью, получить в 2-2,5 раза большую глубину упрочнения.

2. Установлено, что увеличение числа рассматриваемых типов инструментов с 2 до 4 (рядом расположенных), привело к повышению максимального значения микротвердости с 80HV до 90HV и толщины области с максимальной микротвердостью с 0,2мм до 0,6мм. Увеличение с 2 до 4 числа инструментов с формой торца, заправленной под сферу, практически не изменило глубины упрочнения ( $h_{max} \approx 2,2$  мм), а применение инструментов с плоской формой торца привело к ее уменьшению  $h_{max}$  с 7 мм до 5,5мм.

3. Установлено, что увеличение расстояния между инструментами на величину равную половине их диаметра, позволило инструментам с плоской формой торца, по сравнению с формой, заправленной под сферу, увеличить с 0,25мм до 0,8мм толщину области с максимальной микротвердостью и обеспечить полное упрочнение всей рассматриваемой области  $h_{max} = 7$ мм. Это позволяет без ухудшения параметров упрочнения, при одной и той же энергии удара, повысить на 50% производительность упрочняющей обработки, использующей многоконтактный инструмент, в котором инструменты с плоской формой торца, располагаются на расстоянии друг от друга равной половине их диаметра.

Корпачев Н.И.

*Научный руководитель: к.т.н., доцент А. В. Волченков  
 Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного  
 учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет  
 имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
 602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23  
 E-mail: nik.corpa4ev@yandex.ru*

### Восстановление зубчатых колес

Зубчатое колесо является основной деталью зубчатой передачи, представленная в виде диска с зубьями, входящими в зацепление с зубьями другого зубчатого колеса. Материалы из которых изготавливают зубчатые колеса такие как: сталь, чугун, сплавы, цветные металлы и неметаллы влияют на восстановление. В эксплуатации происходит изнашивание рабочего профиля зубьев, поломки, сколы, трещины и вмятины на торцах зубьев, поэтому требуется восстановление зубчатого колеса. Поломки зубьев шестерен происходят из-за: появления микротрещин, перегрузки шестерен, попадания между зубьями твердых дефектов, а также из-за плохо проведенной термообработки. Износ как правило, происходит из-за значительных нагрузок-изгибающих, смятия, ударных. Источниками образования служат как сами продукты износа, так и окружающая среда. Восстановление зависит от характера износа. В случае поломки или выкрашивания зуба используют следующий метод восстановления:

- (а) установка зубчатых вкладышей, закрепляемая винтом.
- (б) установка вставки в пазу, закрепляемая с помощью сварки.
- (в) наплавка нового зуба по медным шаблонам.

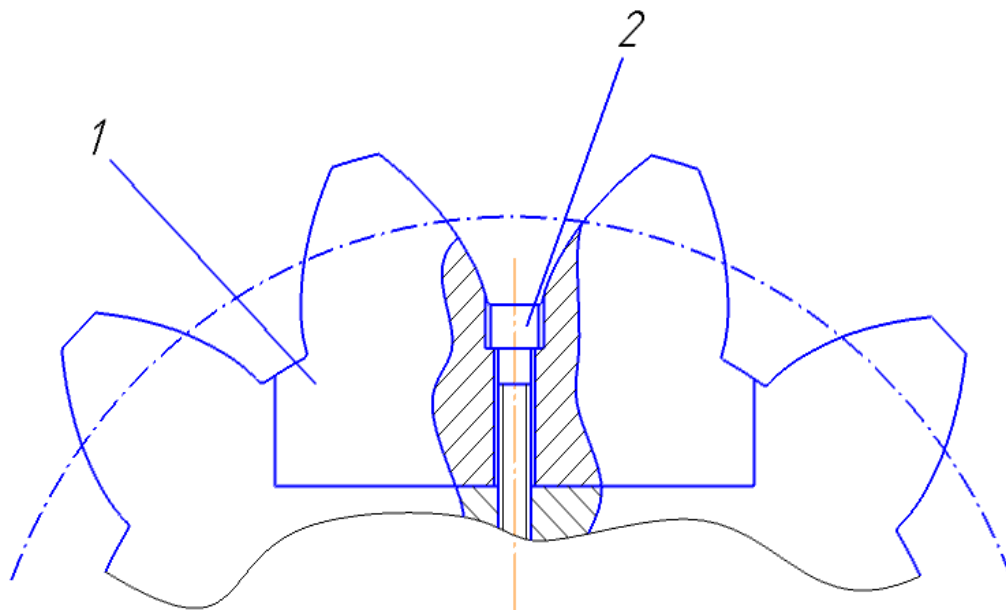


рис.1

1-вкрученный винт

2-установленная вставка

На ремонтируемом зубчатом колесе (4) с помощью планок (1) и (2) фиксируют медные шаблоны (5) и скрепляют их между собой, только затем начинается процесс наплавки нового зуба (3) качественным электродом типа ОММ-5, Э-3У и др. После наплавки желательно сделать отжиг.

Восстановление и ремонт одного или нескольких зубьев в зубчатом колесе обходится значительно дешевле, чем изготовление нового колеса, однако с точки зрения надежности и долговечности целесообразнее произвести замену изношенного колеса на новое, причем замену рекомендуется производить одновременно обоих колес, входящих в данное зацепление.

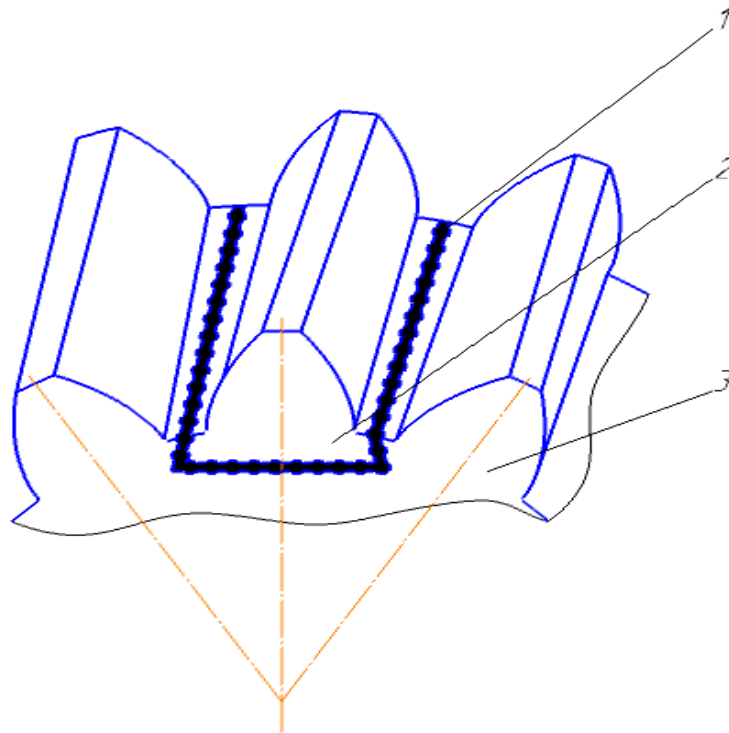


рис.2  
1-сварка  
2-вставка в пазу типа "ласточкин хвост"  
3-зубчатое колесо

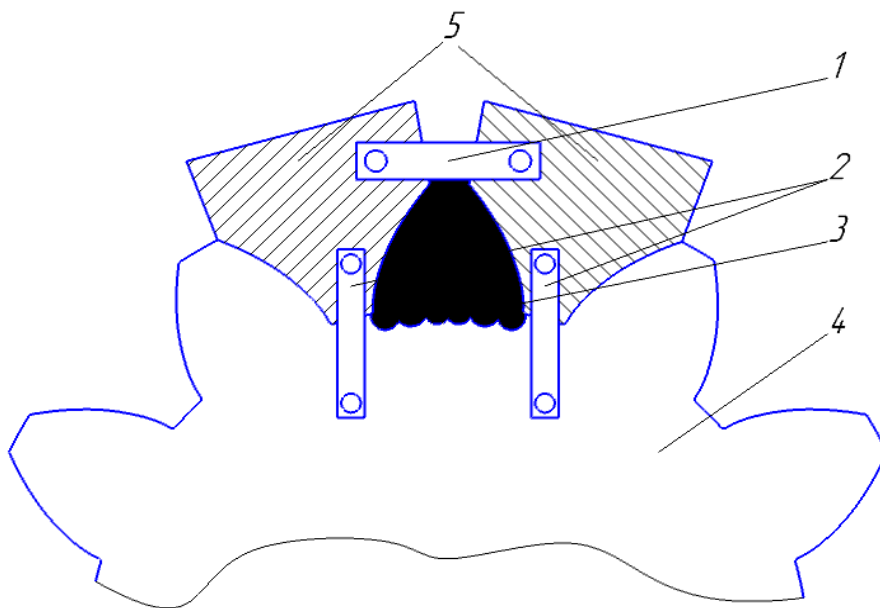


рис.3  
1,2- планки  
3-наплавляемый зуб  
4-ремонтируемое зубчатое колесо

## 5-медные шаблоны

Куликов И.В.

Научный руководитель - преподаватель Н.Е. Шуктуева  
 Муромский колледж радиоэлектронного приборостроения  
 602256, Владимирская обл, г. Муром, ул. Комсомольская, 55.

Тел/факс (09234) 3-36-40

E-mail: mtrp@narod.ru ;

http://www.mtrp.narod.ru

### Исследование характеристик гидравлического дросселя на экспериментальном стенде, изготовленном в условиях кружковой работы

Кружковая работа в ГБПОУ ВО МКРП одна из форм внеаудиторной самостоятельной работы студентов. Целью кружковой работы являются: систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений обучающихся; формирование навыков самообразования, развитие познавательных и творческих способностей;

В рамках кружковой работы был изготовлен экспериментальный гидравлический стенд, выполненный в соответствии со схемой (рисунок 1). Стенд предназначен для изучения гидравлических устройств и исследования их характеристик.

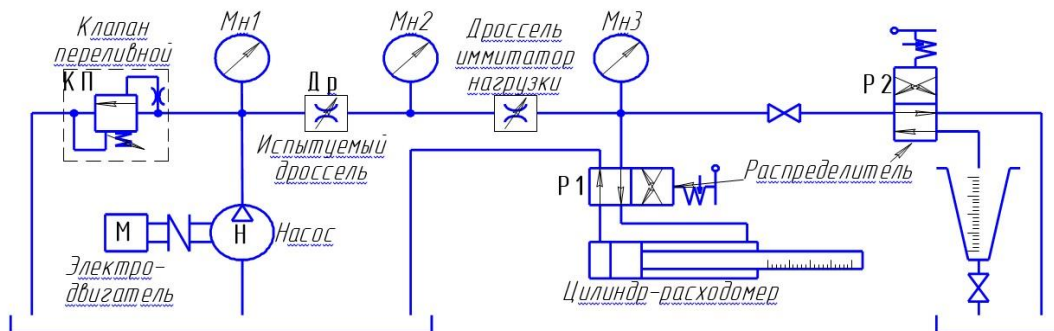


Рис. 1 - Экспериментальный стенд гидравлический

Исследование характеристики дросселя- зависимости расхода  $Q$ , л/мин от потерь давления системы  $\Delta P$ , мПа на стенде  $Q = f(\Delta P)$  выполняют в последовательности:

- Тумблером стенда включают электродвигатель насоса.
- Регулировочным винтом предохранительного клапана по манометру Мн1 устанавливают такое давление, которое бы обеспечило разность давлений между Мн1 и Мн2 равное 0,05 МПа (0,5 кгс/см<sup>2</sup>). Заносят показания манометров Мн1 и Мн2 в таблицу результатов эксперимента. При необходимости производят регулировку испытуемым дросселем. В дальнейшем регулировать дроссель нельзя, так как характеристика снимается при одном значении проходного сечения дросселя.
- Включают электродвигатель насоса.
- Убедившись, что мерник пуст, закрывают кран Р2.
- Включают электродвигатель насоса и секундомером измеряют время наполнения мерника. Заносят это значение в таблицу результатов эксперимента.
- Открывают кран Р2.
- Регулировочным винтом предохранительного клапана по манометру Мн1 устанавливают такое давление, которое бы обеспечило разность давлений между Мн1 и Мн2 равное 0,1 Мпа. Снимают показания манометров Мн1 и Мн2.
- Аналогично выполняют нужное количество замеров.
- Сравнивают экспериментальную характеристику с теоретической. Изготовление экспериментального стенда предлагает множество средств, которые позволяют сделать обучение интереснее, оживленнее и разнообразнее, помочь студентам преодолеть психологический барьер в общении, развить креативные способности.

Малышко И.Е

*Научный руководитель: к.т.н. В.А Яиков*

*Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23*

**Технологическая подготовка производства детали «Корпус УВАИ.731173.068»  
для условий АО « Муромский завод радиоизмерительных приборов »  
деталь «Корпус УВАИ.731173.068 »**

Главные задачи, которые необходимо решить при проектировании технологических процессов: повышение точности и качества обработки, стабильности и долговечности деталей и максимальное снижение себестоимости обработки путем совершенствования технологических процессов.

Деталь «Корпус» предназначена, для поддержания расположенных в нем деталей и восприятия действующих на них сил. По классификационной принадлежности деталь Корпус относится к корпусным он представляет собой базовую деталь, в которую устанавливаются различные присоединяемые детали и сборочные единицы, точность относительного положения которых должна обуславливаться как в статике, так и процессе работы машин под нагрузкой.

Корпус изготавливается из Сплава АМг3 30 ГОСТ 17232-99 - это деформируемый сплав алюминия с магнием. Он хорошо деформируется, обладает высокой стойкостью к коррозии, удовлетворительно поддается резке.

В результате аналитического выбора заготовки было выявлено, что, наиболее оптимальным методом получения заготовки для среднесерийного производства является литье в кокиль. Она имеет меньшую себестоимость и вес чем прокат.

В базовом технологическом процессе использовалось универсальное низкопроизводительное оборудование поэтому в разрабатываемом технологическом процессе было предложено использовать современные станки с числовым программным управлением:

- на операции 005 фрезерная с ЧПУ - вертикально фрезерный станок Haas TM

Преимущества:

- простая надежная конструкция
- позволяет изготавливать сложные и высокоточные детали
- интуитивно понятная система
- большое количество доступных опций

- на операции 025 сверлильно-фрезерно-расточная с ЧПУ обрабатывающий центр VR-5A

Преимущества:

- высокая производительность и максимально широкие возможности оборудования по обработке металлов
- Современная система управления

Использование данного оборудования приведет к увеличению механизации и автоматизации, снижению трудоемкости изготовления и обеспечению качества изделия.

Основным результатом работы является модернизированный технологический процесс для изготовления детали «Корпус» позволяющий наладить наиболее эффективное производство.



Нефёдов Н.А.

*Научный руководитель: к.т.н., доцент А.В. Карпов  
Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного  
учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23  
E-mail: nefyodov.nikit@yandex.ru*

### **Технологическая подготовка производства детали "Вал 20К17.06.23.004" для условий АО "Производственное объединение "Муроммашзавод""**

Необходимость экономии материальных ресурсов предъявляет высокие требования к рациональному выбору заготовок, уровню их технологичности, в значительной мере определяющей затраты на технологическую подготовку производства, себестоимость, надёжность и долговечность машиностроительных изделий.

Правильно выбрать способ получения заготовки для детали "Вал 20К17.06.23.004" на Муромском машиностроительном заводе означает определить рациональный технологический процесс её получения с учётом материала детали, требований к точности её изготовления, технических условий, эксплуатационных характеристик и серийности производства.

Машиностроение располагает большим количеством способов получения деталей. Это многообразие, с одной стороны, позволяет существенно повысить эксплуатационные характеристики машин за счёт использования свойств исходного материала, с другой – создаёт трудности при выборе рационального, экономичного способа получения заготовки. Особенно важен экономически и технологически обоснованный выбор вида заготовки вала для данного производства. Максимальное приближение геометрических форм и размеров заготовки к размерам и форме готовой детали при обеспечении высоких механических и технологических свойств – главная задача заготовительного производства.

Заданные конструктором геометрия, размеры и марка материала детали во многом определяют технологию изготовления. Таким образом, выбор вида заготовки на Муромском машиностроительном заводе происходит в процессе конструирования, так как при расчёте деталей на прочность, износостойкость или при учете других показателей эксплуатационных характеристик конструктор исходит из физико-механических свойств применяемого материала с учётом влияния технологического способа получения заготовки.

Для производства заготовок базовое предприятие - АО "Производственное объединение "Муроммашзавод"" - располагает современными кузнечно-прессовыми и литейными цехами. В процессе совершенствования заводского технологического процесса изготовления детали "Вал 20К17.06.23.004" нами осуществлено сравнение трёх возможных способов получения заготовки из стали 38ХНЗМФА ГОСТ4543-71: 1) штамповка на паровоздушном молоте или кривошипном горячештамповочном прессе; 2) штамповка на горизонтально-ковочной машине (ГКМ); 3) круглый стальной прокат. При получении заготовки штамповкой на молоте или прессе масса заготовки будет равна 23,5 кг; при этом коэффициент весовой точности составит 0,8, и себестоимость при этом получится 495,4 рублей. При изготовлении заготовки штамповкой на ГКМ её масса составит 22,1 кг, коэффициент весовой точности 0,85, себестоимость окажется равна 467,4 рублей. При получении заготовки из проката её масса равна 47 кг, коэффициент весовой точности 0,4, и себестоимость при этом достигнет 838,6 рублей.

Из этого можно сделать вывод, что по результатам технико-экономических расчётов при штамповке на горизонтально-ковочных машинах стоимость заготовки меньше по сравнению с прокатом и штамповкой на молоте или прессе, поэтому предпочтительным вариантом получения заготовки детали "Вал 20К17.06.23.004" в условиях АО "Производственное объединение "Муроммашзавод"" является штамповка поковки на горизонтально-ковочной машине. Класс точности поковки – II (обыкновенная точность), степень сложности – С2, группа стали – М2, исходный индекс – Т2 по ГОСТ 7505-89. Наружные и внутренние уклоны на боковые поверхности поковки соответственно  $\alpha = 5^\circ$ ,  $\beta = 7^\circ$ .

Прибыткова А.Н.

*Научный руководитель к.т.н., доцент А.В Яиков*

*Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»*

*602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23*

*e-mail: an.pribytkova2017@yandex.ru*

**Технологическая подготовка производства детали «Корпус контактной части ПДО.121» для условий АО «Муромский приборостроительный завод»**

Целью технологической подготовки производства детали «Корпус контактной части ПДО.121» является обеспечение его качества при минимальной себестоимости. Корпус изготавливается из Стали 06Х18Н10Т ГОСТ 10498-82 и он представляет собой базовую деталь, в которую устанавливаются различные присоединяемые детали и сборочные единицы, точность относительного положения которых должна обуславливаться как в статике, так и процессе работы машин под нагрузкой. В соответствии с этими требованиями данная деталь должна иметь требуемую точность, обладать необходимыми показателями жесткости и виброустойчивости, что обеспечит постоянство положения соединяемых деталей и узлов, правильность работы механизмов и отсутствие вибрации.

В результате аналитического выбора заготовки было выявлено, что, наиболее оптимальным методом получения заготовки для среднесерийного производства является штамповка. Она имеет меньшую себестоимость и вес чем прокат.

В базовом технологическом процессе использовалось универсальное низкопроизводительное оборудование поэтому в разрабатываемом технологическом процессе было предложено использовать современные станки с числовым программным управлением:

- на операции 005 токарная с ЧПУ - токарный станок с ЧПУ DS2/NS,
- на операции 015 токарная с ЧПУ - токарный центр с ЧПУ Trens SBL 300 и
- на операции 035 внутришлифовальная - внутришлифовальный станок 3К227А.

Использование данного оборудования приведет к увеличению механизации и автоматизации, снижению трудоемкости изготовления и обеспечению качества изделия.

Основным результатом работы является модернизированный технологический процесс для изготовления детали «Корпус контактной части ПДО.121» позволяющий наладить наиболее эффективное производство.

Пырялова Я.А.

*Научный руководитель: к.т.н., доцент А.В. Карпов  
Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного  
учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23  
E-mail: yana\_yana\_2010@mail.ru*

### **Совершенствование технологии изготовления детали "Вал дебалансов А1353.01.00.001" для условий АО "Муромский приборостроительный завод"**

Машиностроение развивается быстрыми темпами: появляется высокопроизводительное технологическое оборудование, новые процессы и операции формообразования. Поэтому при разработке новых и совершенствовании базовых технологических процессов изготовления деталей всегда стоит искать свежие конструкторские и технологические методы, которые могут быть актуальны для заданного типа производства.

В зависимости от типа и вида производства существенно изменяются и организационные структуры цеха: расстановка оборудования, системы обслуживания рабочих мест, номенклатура деталей, квалификация персонала и т.п.

Рассмотрим совершенствование технологии изготовления детали "Вал дебалансов А1353.01.00.001", выпускаемой механическим цехом АО "Муромский приборостроительный завод". Деталь производят в условиях среднесерийного производства. "Вал дебалансов А1353.01.00.001" является ведомым валом тихоходной ступени двухступенчатого цилиндрического редуктора и предназначен для приёма крутящего момента от вала-шестерни. Деталь представляет собой полое тело вращения из стали Ст3 ГОСТ 380-88. Применяемый на предприятии технологический процесс задействует достаточно большой процент устаревшего универсального металлорежущего оборудования, что приводит к необходимости нанимать высококвалифицированный рабочий персонал (токари-универсалы 5-6 разрядов).

Проведя технологический анализ чертежа и базового маршрута обработки детали "Вал дебалансов А1353.01.00.001" предлагается внести в технологический процесс следующие изменения, направленные на снижение штучного времени, себестоимости и повышения производительности:

- использование современного металлорежущего оборудования (станков с ЧПУ), что позволяет увеличить производительность труда и уменьшить норму штучного времени на обработку;
- оптимизация режимов резания, благодаря которой улучшается точность, микрогеометрия и качество поверхностного слоя детали, повышается стойкость режущих инструментов;
- проектирование специального сверлильного приспособления, которое позволит уменьшить вспомогательное время на установку и закрепление детали, а также сократить погрешность установки и тем самым обеспечить точность обработанных поверхностей без снижения режимов резания;
- применение современного контрольно-измерительного оборудования и приспособлений.

Всё это приведет к увеличению механизации и автоматизации производства, позволит снизить трудоёмкость изготовления и повысить качество изделия "Вал дебалансов А1353.01.00.001". Уменьшается количество отходов, облегчается труд людей, повышается производительность труда.

Реализация вновь разработанного технологического процесса основана на максимальном использовании ресурса имеющихся на предприятии современных металлорежущих станков, передового режущего инструмента, квалификации разработчиков управляющих программ и наладчиков систем ЧПУ, средств механизации и автоматизации работ в механическом цехе.

Рябов С.И.

*Научный руководитель: к.т.н., доцент А.В. Карпов  
Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного  
учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23  
E-mail: serezha.riabow2013@yandex.ru*

**Конструкторско-технологическая подготовка производства детали "Картер  
20К17.06.23.007" для условий АО "Производственное объединение "Муроммашзавод""**

Одно из ведущих промышленных предприятий г. Мурома - АО "Производственное объединение "Муроммашзавод"" - специализируется на серийном производстве редукторов и приводов транспортных машин специального (военного) назначения, а также запасных частей к ним. В номенклатуре выпускаемой продукции весомую долю занимают корпусные детали, в частности картеры двигателей и коробки передач.

Для изготовления детали "Картер 20К17.06.23.007" на АО "Производственное объединение "Муроммашзавод"" используется базовый технологический процесс, который, с нашей точки зрения, может быть значительно улучшен за счёт применения более производительного и точного металлорежущего оборудования с числовым программным управлением (ЧПУ), специальной оснастки - станочных и контрольно-измерительных приспособлений.

По результатам технологического и технико-экономического анализа производства нами предложен усовершенствованный технологический процесс изготовления указанной детали с использованием следующих единиц оборудования, имеющегося в механообрабатывающем цехе предприятия: 1) фрезерно-центровального станка с ЧПУ модели XZK8230-3000; 2) вертикального токарного станка с фрезерной функцией модели VLR-850ATC+C; 3) вертикально-сверлильного станка с ЧПУ модели 2P135Ф2; 4) пятиосевого горизонтально-фрезерного обрабатывающего центра с ЧПУ модели Naas EC-1600ZT-5AX; 5) вертикально-сверлильного обрабатывающего центра с ЧПУ модели DHRUVA++ HSTC 3070.

Наибольшей сложностью механической обработки детали "Картер 20К17.06.23.007" является необходимость обеспечения высоких требований по точности, шероховатости и взаимному расположению поверхностей детали в соответствии с требованиями конструкторской документации и условиями эксплуатации. Высокая точность предъявлена к взаимному расположению торцов детали, один из которых используется в качестве чистовой технологической базы на операциях растачивания и фрезерования, а второй имеет форму кольца с внутренним диаметром  $d = 92+0,054$  и наружным диаметром  $D = 110h7$ . Обеспечение этих требований становится возможным при использовании предлагаемого нами нового станочного приспособления для точного базирования и надёжного закрепления заготовки в соответствии с разработанными операционными эскизами. Точностной и силовой расчёт приспособления осуществлён на основе применяемых режимов резания и максимальных величин сил резания, возникающих в процессе обработки.

Деталь базируется на плоскость торца, по диаметру  $\varnothing 21$  и по внешней поверхности конуса приспособления, закрепляется с помощью двух прижимов, а также устанавливается на центровик и срезанный палец. Центровик устанавливается с натягом, а палец с небольшим зазором. Отверстие под палец сверлится предварительно. Прижимы, палец и центровик устанавливаются на круглую плиту диаметром  $\varnothing 292$  мм - базовую деталь предложенного приспособления. Диаметр плиты подобран таким образом, чтобы геометрически "не мешать" движениям режущих инструментов. Круглая плита, в свою очередь, устанавливается в другую, неподвижную плиту прямоугольной формы, которая располагается на столе станка и закрепляется прихватами.

В настоящее время предложенные конструкторско-технологические решения по совершенствованию технологии изготовления детали "Картер 20К17.06.23.007" проходят апробацию на базовом предприятии - АО "Производственное объединение "Муроммашзавод"".

Сайбель А.М.

*Научный руководитель: к.т.н., доцент А.В. Карпов*  
*Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»*  
*602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23*  
*E-mail: montes.32@yandex.ru*

**Совершенствование технологического процесса изготовления детали  
"Корпус В.0705.0703.002" для условий АО "Муромский приборостроительный завод"**

При разработке новых и совершенствовании применяемых технологических процессов изготовления деталей всегда стоит искать свежие конструкторские и технологические методы, которые могут быть актуальны для заданного типа производства.

В зависимости от типа и вида производства существенно изменяются и организационные структуры цеха: расстановка оборудования, системы обслуживания рабочих мест, номенклатура деталей, квалификация персонала и т.п.

Деталь "Корпус В.0705.0703.002" является корпусным изделием и в процессе сборки узла представляет собой основополагающую (базовую) деталь, в которую устанавливаются другие присоединяемые детали, а также сборочные единицы второго порядка. Точность относительного положения присоединяемых элементов должна обеспечиваться как в статике в процессе сборки, так и при эксплуатации узла под номинальной нагрузкой (ударная, изгибающая и т.д.). В связи с тем, что на деталь действует значительная внешняя нагрузка в условиях агрессивной окружающей среды, она должна иметь высокую точность, обладать необходимыми параметрами прочности, твёрдости, виброустойчивости и жёсткости, что обеспечит постоянство относительного положения присоединяемых узлов и деталей.

Материалом для детали "Корпус В.0705.0703.002" является конструкционная легированная сталь 40Х ГОСТ 4543-71. Выбор данного материала обуславливается тем, что сталь 40Х после закалки и соответствующего отпуска приобретает высокую прочность при одновременном сохранении достаточной пластичности. Легирование стали хромом придает ей свойство устойчивости к коррозии в окислительной среде и атмосфере. Говоря другими словами, сталь приобретает **нержавеющие свойства**, что особенно важно для корпусных деталей сборочных единиц, эксплуатируемых в агрессивных химических средах.

Исходя из проведённых нами технико-экономических расчётов, предлагаем усовершенствовать технологический процесс изготовления детали "Корпус В.0705.0703.002" для условий базового предприятия - АО "Муромский приборостроительный завод". В качестве заготовки нами выбрана поковка, полученная методом горячей объёмной штамповки. Этот метод обеспечивает наименьшую технологическую себестоимость и максимальное использование металла по сравнению с применяемой сейчас на предприятии механической обработкой цельного круглого проката. Следует отметить, что при переходе от проката к поковке в технологический процесс добавляется операция отжига поковки с целью снятия внутренних напряжений и избыточной твёрдости после пластического деформирования.

С учётом среднесерийного типа производства в разрабатываемом технологическом процессе уместно использовать современные станки с числовым программным обеспечением (ЧПУ). Использование станков с ЧПУ повысит точность обработки ответственных поверхностей детали, увеличит общую механизацию и автоматизацию производства, уменьшит штучное время и общую трудоёмкость. Для производства данной детали в механическом цехе АО "Муромский приборостроительный завод" предлагаем задействовать вертикально-фрезерный станок с ЧПУ ZK7040 и плоскошлифовальный станок 3E711.

Результатом выполненного нами технологического и технико-экономического анализа базового технологического процесса является новый, усовершенствованный технологический процесс, позволяющий наладить наиболее эффективное производство детали "Корпус В.0705.0703.002" и аналогичных корпусных деталей в условиях механического цеха АО "Муромский приборостроительный завод".

Д.М. Солоницын  
Научный руководитель: к.т.н., доцент А.В. Карпов  
*Муромский институт (филиал) Владимирского государственного университета*  
*602264, Владимирская область, г. Муром, ул. Орловская, д. 23*  
*E-mail: solonicyn.denis@mail.ru*

### **Исследование влияния погрешностей изготовления испытательных образцов листового проката на фактические значения их механических характеристик**

В условиях ЦЗЛ АО "Выксунский металлургический завод" при проведении аттестационных (квалификационных) испытаний цилиндрических образцов листового проката толщиной 41 мм на растяжение были выданы непредставительные результаты испытаний. Из 20 листов 12 были забракованы по превышению параметров: прочность, текучесть металла. Разница по результатам испытаний достигала 60 МПа, что абсолютно не допустимо.

Были назначены переиспытания в удвоенном количестве, образцы были изготовлены в разное время, разными сменами, но испытания проводились одновременно, в одинаковых условиях, на едином оборудовании - разрывной испытательной машине Z600.

Результаты переиспытаний оказались неудовлетворительными, разница полученных значений также составляли около 60 МПа, что составляет более 10% от средних значений прочностных характеристик. В спецификации заказчиков листового проката содержатся требования по разнице прочностных характеристик – не более 5%. Переиспытания данный листовой прокат не прошел, предприятие не подтвердило готовность производства данного листового проката – стенка 41 мм, сталь SAWL450. В результате предприятие не получило сертификат Российского морского регистра и не вошло в состав потенциальных поставщиков листового проката для мостов и свай по проекту "Крымский мост".

Позже купоны из прокатанных ранее листов были повторно отобраны и из них изготовили и испытали цилиндрические образцы на растяжение в ВНИИ "РМРР". Результаты испытаний оказались удовлетворительными, разница не превышала 4%. Предприятие организовало внутреннее расследование причин неудовлетворительных результатов испытаний, полученных ранее, при котором выявило, что большое влияние на результаты испытаний оказывает технология изготовления испытательных образцов.

В литературе отсутствуют сведения о влиянии несоосности (угла отклонения оси образца от оси проката волокон) на механические характеристики металлов. Нет соответствующих экспериментальных данных и в ЦЗЛ АО "Выксунский металлургический завод".

Исходя из выше изложенного, формулируем цель научного исследования: установить зависимости между углом несоосности испытательных образцов листового проката на фактические значения их механических характеристик: ( $R_m$ ,  $R_{t0.5}$ ,  $\delta$ ,  $R_{t0.5}/R_m$ ).

Для достижения цели необходимо решить ряд задач:

1) провести подробный анализ технологического процесса изготовления испытательных образцов листового проката в ЦЗЛ АО "Выксунский металлургический завод" и установить причины получения образцов с неконтролируемыми углами несоосности;

2) изготовить партию испытательных образцов с различными (заранее заданными) углами несоосности;

3) провести серию испытаний изготовленных образцов на растяжение с использованием разрывной испытательной машины Z-600;

4) сравнить фактические значения механических характеристик образцов с различными углами несоосности с требуемыми значениями по стандарту;

5) установить диапазон допустимых углов несоосности при изготовлении испытательных образцов в ЦЗЛ АО "Выксунский металлургический завод", исключаящих некорректные результаты испытаний;

6) разработать и опробовать новые конструкторско-технологические решения, обеспечивающие изготовление испытательных образцов с допустимыми углами несоосности.

Научная новизна работы состоит в установлении зависимости между значениями механических характеристик испытательных образцов из стального листового проката от технологических условий их изготовления.

Практическая значимость работы состоит в разработке конструкторско-технологических рекомендаций по изготовлению испытательных образцов стального листового проката, исключающих некорректные результаты измерения механических характеристик в условиях ЦЗЛ АО "Выксунский металлургический завод".

Солоницын Д.М.

Научный руководитель: к.т.н., доцент А.В. Карпов

Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»

602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23

E-mail: solonitsyn.denis@mail.ru

### Экспериментальное исследование прочностных характеристик испытательных образцов листового проката

В условиях ЦЗЛ АО "Выксунский металлургический завод" для проведения экспериментов из стали марки SAWL450FD толщиной 41 мм были отобраны пробы листового проката для изготовления испытательных образцов (по 5 образцов для каждого эксперимента).

В первом эксперименте производили испытания образцов, изготовленных с отклонением их оси от оси проката волокон, равным  $\lambda = 0^\circ$  (номинальные образцы) (рис. 1).



Рис. 1. Номинальный испытательный образец (угол несоосности  $\lambda = 0^\circ$ )

Во втором, третьем и четвертом экспериментах производили испытания образцов, изготовленных с отклонением их оси от оси проката волокон, равными  $\lambda = 2-4^\circ$ ,  $5-7^\circ$  и  $8-10^\circ$  соответственно (рис. 2).



Рис. 2. Испытательный образец и угол несоосности  $\lambda$

С помощью программы MS Excel для всех экспериментов проведена статистическая обработка полученных результатов - значений прочностных характеристик. Построены графики зависимостей этих характеристик от угла несоосности испытательного образца и выведены новые эмпирические формулы (рис. 3 и 4).

Исходя из полученных зависимостей можно прийти к следующему выводу: максимально допустимый угол отклонения (несоосности) испытательного образца по отношению к направлению проката волокон листовой стали составляет  $2-4^\circ$ . Большой угол отклонения приводит к значительному завышению механических характеристик, что противоречит требованиям заказчика и стандартам предприятия.





Рис.3. Результаты экспериментальных исследований предела текучести



Рис. 4. Результаты экспериментальных исследований временного сопротивления (предела прочности)

Суева Д.С.

Научный руководитель: профессор д-р т.н. П.С. Шпак  
 Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
 602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23  
 E-mail spsp01@rambler.ru

### Оценка устойчивости откосов бортов карьера в обводненном массиве горных пород

По гидрогеологическим условиям эксплуатации карьера «Восточный» Олимпиадинского ГОКа, прибортовой массив обильно обводнен.

Оценка устойчивости обводненных откосов была выполнена по методике и специальной программе [1,2], позволяющая рассчитать коэффициент запаса устойчивости прибортового массива в зависимости от различного положения депрессионной воронки. В программе используются два метода расчета: алгебраического сложения сил и векторного сложения сил.

Схема расчета обводненного откоса методом алгебраического сложения сил представлена на рис.1.

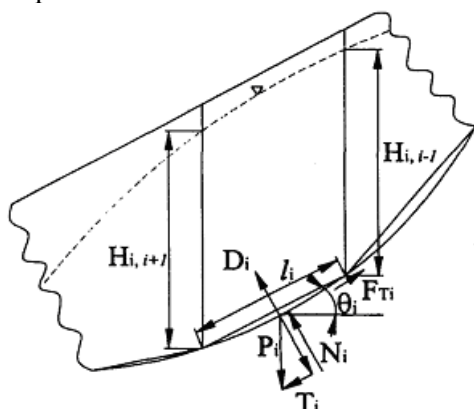


Рис.1. Схема расчета обводненного откоса методом алгебраического сложения сил

В расчет принимаются следующие силы:  $N_i$ ,  $T_i$  — соответственно нормальная и касательная составляющие веса расчетного блока;  $D_i$  — сила гидростатического давления, направленная перпендикулярно основанию расчетного блока:

$$D_i = \gamma_v \frac{H_{i,i-1} + H_{i,i+1}}{2} l_i$$

где  $\gamma_v$  — плотность воды, т/м<sup>3</sup>

$H_i$  — высота столба воды в расчетном блоке, м;

$l_i$  — протяженность обводненной части блока, м.

Коэффициент запаса устойчивости откоса  $n$  по методу алгебраического сложения сил определяется для наиболее напряженной поверхности скольжения по формуле:

$$n = \frac{\sum_{i=1}^n (N_i - D_i) \operatorname{tg} \varphi_p + C_p \sum_{i=1}^n l_i}{\sum_{i=1}^n T_i}$$

В программу вводятся координаты (X, Y) контура борта, границы типов пород, депрессионной кривой, поверхности ослабления, сцепление, угол внутреннего трения без коэффициента запаса, в соответствии с которыми определяется положение кривой скольжения из условия минимальности коэффициента запаса устойчивости.

В расчетах, в зависимости от расстояния от верхней бровки откоса борта до центра водопонижающей скважины, рассматривалось пять возможных вариантов положения депрессионной воронки. Высота высачивания принята равной 50 м от дна карьера.

В таблице 1 приведены расчетные коэффициенты запаса устойчивости для рассматриваемых бортов карьеров в зависимости от положения депрессионной воронки.

Из таблицы 1 видно, что для обеспечения заданного коэффициента устойчивости ( $n=1,3$ ) бортов в обводненных условиях пород необходимо уменьшение генерального угла по отношению к условиям сухого откоса.

С учетом данных таблицы 1, для четвертого и пятого варианта положения депрессионной воронки, устойчиво-конструктивные параметры бортов карьера в обводненных условиях приведены в таблице 2.

Таблица 1- Значения коэффициентов запаса при различных положениях депрессионной воронки и значениях угла откосов бортов

Генеральный угол откоса	Коэффициент запаса при:					
	сухом откосе	различных вариантах положения депрессионной воронки				
		1 вариант	2 вариант	3 вариант	4 вариант	5 вариант
восточного борта						
37,0°	1,33	1,01	1,05	1,07	1,13	1,22
33,5°	1,47	1,14	1,15	1,17	1,24	1,34
31,0°	1,57	1,20	1,22	1,26	1,28	1,45
западного борта						
36,1°	1,23	1,05	1,06	1,07	1,10	1,16
34,0°	1,32	1,12	1,13	1,14	1,17	1,24
30,0°	1,49	1,20	1,21	1,22	1,26	1,34
северного борта						
38,3°	1,28	0,98	0,99	1,01	1,05	1,17
35,0°	1,40	1,07	1,08	1,10	1,14	1,27
31,0°	1,55	1,16	1,17	1,20	1,26	1,38
южного борта						
35,7°	1,28	1,07	1,08	1,09	1,12	1,20
33,0°	1,39	1,14	1,15	1,15	1,20	1,28
29,5°	1,53	1,24	1,25	1,26	1,30	1,39

Таблица 2 - Конструктивные параметры устойчивых бортов карьера в обводненных условиях

Борт карьера	Высота борта Н, м	Устойчиво-конструктивный угол откоса $\alpha$ , град					
		положение депрессионной воронки					
		4-й вариант			5-й вариант		
		Нижней части	Средней части	Верхней части	Нижней части	Средней части	Верхней части
Южный	700,0	37,5	29,5	23,0	47,5	33,0	26,0
Северный	600,0	40,0	30,0	25,5	45,5	34,5	28,0
Восточный	614,0	40,0	30,5	25,0	45,4	34,7	27,0
Западный	705,0	37,0	29,0	24,5	38,2	31,5	25,0

Для более неблагоприятных вариантов положения депрессионной воронки (1-ой и 2-ой) необходимо дальнейшее уменьшение генеральных углов бортов.

Учитывая, что конфигурация бортов карьера в плане близка к окружности, за счет сил бокового распора величина генерального угла откоса борта может быть увеличена на 4 - 6°.

### Литература

1. Попов В.Н., Шпаков П.С., Юнаков Ю.Л. Управление устойчивостью карьерных откосов. Учебник для вузов. – М.: Издательство Московского государственного горного университета, издательство «Горная книга», 2008. – 683 с.: ил.

2. Шпаков П.С., Юнаков Ю.Л., Шпакова М.В., Фролов И.А. Программа для расчета устойчивости карьерных откосов "Stability analysis". RU ОБПБТ № 4(75) 20.12.2010  
Программы для ЭВМ. Рег. номер 2010614557 (09.07.2010). с.70.

Трифонова А.Е.

*Научный руководитель: к.т.н. В.А. Яшков*

*Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23  
E-mail: sasha.trifonova.93@mail.ru*

### **Технологическая подготовка производства детали «Корпус УВАИ.731173.069»**

Главные задачи, которые необходимо решить при проектировании технологических процессов: - повышение точности и качества обработки, стабильности и долговечности деталей и максимальное снижение себестоимости обработки путем совершенствования технологических процессов.

Деталь «Корпус» предназначена, для поддержания расположенных на нем деталей и восприятия действующих на них сил в корпусном механизме. По классификационной принадлежности деталь Корпус относится к корпусным имеет вид фланца ступенчатой формы, что способствует равной напряженности отдельных участков и упрощает изготовление и установку деталей на валу. По форме поперечного сечения – полый.

Для решения данных задач в разработанном технологическом процессе нам необходимо выбрать оборудование. Выбор оборудования для изготовления детали прежде всего определяется его возможностью обеспечить точность размеров и формы, а также качество поверхности изготавливаемой детали. Если эти требования можно обеспечить обработкой на различных станках, определенную модель выбирают из следующих соображений:

- соответствие основных размеров станка габаритам обрабатываемых деталей, устанавливаемых по принятой схеме обработки;
- соответствие станка по производительности заданному масштабу
- производства;
- возможность работы на оптимальных режимах резания;
- соответствие станка по мощности;
- -возможность механизации и автоматизации выполняемой обработки;
- -наименьшая себестоимость обработки;
- -реальная возможность приобретения станка;
- -необходимость использования имеющихся станков.

Выбор станочного оборудования является одним из важнейших задач при разработке технологического процесса механической обработки заготовки, от правильного его выбора зависит производительность изготовления детали, экономичность использования производственных площадей, электроэнергии и в итоге снижении себестоимости изготовления детали.

Для механической обработки детали приняты следующие модели металлорежущих станков:

1.Обрабатывающий центр XD40A на операции:

01 Фрезерная

02Сверлильная

03Нарезание резьбы

2. Горизонтальный Обрабатывающий центр H-500 на операции:

01 Сверлильная

02 Расточная

03 Нарезание резьбы

04 Фрезерная

Универсальным приспособлением является плита, предназначенная для закрепления заготовки. Применяется главным образом в единичном и мелкосерийном производствах.

Основной базой являются пальцы, входящие в Т-образный паз стола, и обеспечивающие параллельность оси приспособления по отношению к направлению подачи стола. Так же наша заготовка прижимается к плите двумя подпружиненным прихватами с достаточно большим диапазоном регулирования по вылету и закреплению заготовки рукояткой. Обрабатывать будем сквозные окна.

Применение приспособлений позволяет: устранить разметку заготовок перед обработкой, повысить точность обработки снизить себестоимость продукции, облегчить условия работы и обеспечить её безопасность, расширить технологические возможности оборудования, применить технически обоснованные нормы времени, сократить число рабочих, необходимых для выпуска продукции.

Применение данного оборудования позволяет решить нам поставленные задачи.

Хименкова С.В.

*Научный руководитель: к.т.н., доцент В.А. Яиков  
Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного  
учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени  
Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23  
E-mail: dorofeva9696@mail.ru*

**Технологическая подготовка производства детали «Стакан 20К17.06.23.001» для условий АО  
ПО "Муромский машиностроительный завод"**

Деталь - «Стакан 20К17.06.23.001» предназначена для закрепления подшипника и является ободом в коробке скоростей, имеет ряд высокоточных поверхностей.

С целью повышения производительности и обеспечения качества механической обработки на операции "Фрезерно-сверлильная" был выбран фрезерный обрабатывающий центр Haas VM-3 с ЧПУ и было сконструировано специальное станочное приспособление, позволяющее обработать несколько поверхностей за один установ точно центрируя деталь.

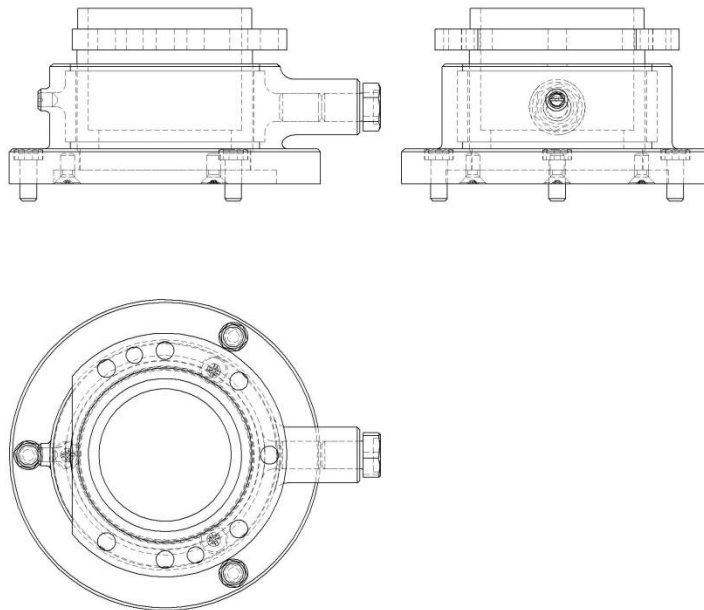


Рис.1- Деталь, установленная в станочное приспособление.

Принцип действия механизмов с гидропластом основан на законе Паскаля. Если в замкнутую полость приспособления поместить минеральное масло или пластическую массу (гидропластмассу) и воздействовать на них внешней силой, то возникает гидростатическое давление, которое по закону Паскаля действует на всю площадь полости. Это свойство жидких заполнителей используется при проектировании самоцентрирующих приспособлений, с упругой оболочкой в виде тонкостенной втулки. Радиальная упругая деформация втулки обеспечивает точное центрирование и зажим обрабатываемой детали.

Для того, чтобы доказать пригодность приспособления, были проведены расчёты:

Гидростатическое давление в полости приспособления:

$$p = \frac{2\Delta DEh}{D^2} \quad (1)$$

где  $p$  – гидростатическое давление в полости приспособления,  
 $\Delta D$  – допустимая деформация втулки средней части, мм,  
 $E$  — модуль упругости, кгс/см<sup>2</sup>,  
 $h$  – толщина тонкостенной части втулки, см,  
 $D$  – диаметр установочной поверхности, см.

Допустимый крутящий момент при резании:

$$M_{кр} = 5 \cdot 10^5 \cdot m \cdot \sqrt{i} \cdot D^2 \quad (2)$$

где  $m = h/(D/2)$ ,

$M_{кр}$  – допустимый крутящий момент при резании, кгс\*см,

$i$  – запас деформации, обеспечивающий натяг при зажиме деталей, см.

Таким образом, используемое приспособление обеспечивает надёжное закрепление и точное базирование детали на станке без применения специальных инструментов и сложной выверки.

### Литература

1. Ансеров, М.А. Приспособления для металлорежущих станков / М.А. Ансеров. М.: Машиностроение, 1975. – 649с.



А.Р. Черновскова  
Научный руководитель: профессор д-р т.н. П.С. Шпаков,  
Муромский институт (филиал) Владимирского государственного университета  
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23, тел.: (49234)3-20-22  
E-mail [spsp01@rambler.ru](mailto:spsp01@rambler.ru)

### **Методы расчета и оценки устойчивости бортов карьера**

Для оценки состояния устойчивости откосов уступов и бортов разрезов на практике имеют наибольшее распространение следующие способы расчета: способ алгебраического сложения сил; графоаналитический способ (ВНИМИ).

В тех случаях, когда в массиве горных пород нет поверхностей ослабления, падающих в сторону выемки или горизонтальных, применяется схема расчета, характеризующаяся тем, что в этом случае поверхность скольжения можно принимать круглоцилиндрической, а коэффициент запаса устойчивости определять методом алгебраического сложения удерживающих и сдвигающих сил по этой поверхности.

Графо-аналитический способ определения параметров устойчивых откосов (способ ВНИМИ) заключается в определении параметров предельного откоса (высота  $H$ , угол наклона  $\alpha$  и ширина призмы возможного обрушения  $B$ ) по графикам Г.Л. Фисенко. Данный способ расчета включен в «Методические указания ...».

Параметры откоса уточняют поверочными расчетами устойчивости методом алгебраического сложения сил по наиболее напряженной поверхности с использованием конкретных значений характеристик прочности каждого отдельного слоя (без усреднения).

Анализ существующих способов расчёта показывает, что возможности теории предельного равновесия как основы для создания надёжных способов решения задач устойчивости откосов далеко не исчерпан. В развитие способа Г.Л. Фисенко с учётом применения современной вычислительной техники П.С. Шпаковым и др. разработан численно-аналитический способ расчёта, в котором в результате анализа различных вариантов, удовлетворяющих основным положениям теории предельного равновесия, может быть однозначно установлено местоположение поверхности скольжения в приоткосном массиве [1,2]. Определённая универсальность этого способа позволила создать единую методику расчёта параметров предельного откоса или откоса с заданным коэффициентом запаса устойчивости численно-аналитическим способом для широкого диапазона изменения горно-геологических условий.

Массив горных пород является сложной физической средой, обладающей рядом специфических особенностей, которые во многом определяют его механическое состояние. Поэтому для математического описания происходящих в массиве процессов при разработке методов расчёта устойчивости откосов вынужденно прибегают к схематизации рассматриваемых явлений и свойств породного массива. В результате создается геомеханическая модель прибортового массива, приближенно отражающая действительную природу рассматриваемого процесса (рис.1).

Для всего многообразия горно-геологических условий прибортового массива предложено семь основных моделей приоткосного массива, каждая из которых представлена несколькими расчётными схемам (рис.1).

Все элементы геомеханической модели находятся в тесной взаимосвязи друг с другом. С точки зрения системного подхода каждая подсистема (структурная модель, механическая модель и физико-механические свойства пород) должна быть рассмотрена с детальностью, обеспечивающей надёжную оценку поведения всей системы «геомеханическая модель массива», в которую она входит как составной элемент. В соответствии с этим детальное изучение одного или двух элементов (подсистем) при грубом рассмотрении остальных элементов создаёт лишь видимость математической точности решения задачи, не гарантируя высокой достоверности конечных результатов. Поэтому получение соответствующих результатов возможно на основе изучения всех элементов системы на одном уровне, соответствующем стадии освоения месторождения и уровню научных достижений в исследуемой проблеме. По мере разработки месторождения увеличивается объём и качество

исходной информации об объекте исследований (массиве горных пород), что способствует повышению уровня изученности как отдельных элементов (подсистем), так и систем в целом.

### КЛАССИФИКАЦИЯ ГЕОМЕХАНИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ПРИБОРТОВОГО МАССИВА

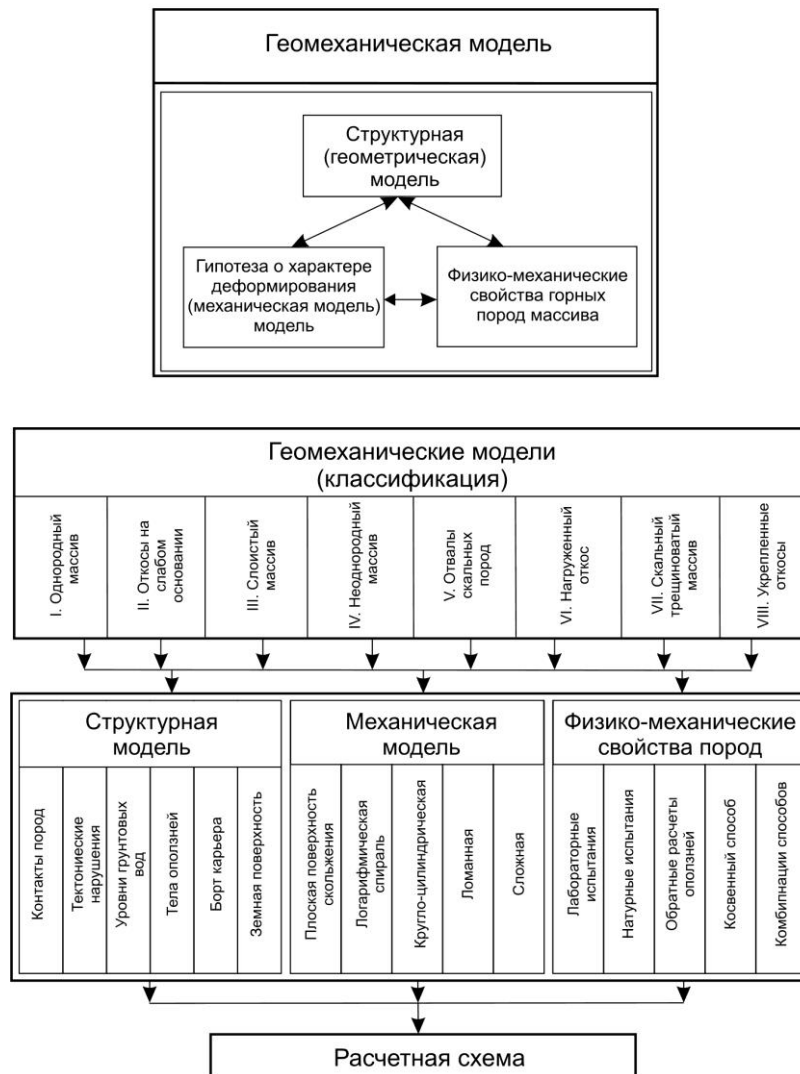


Рис. 3.1. Структурно-логическая схема анализа геомеханических моделей на основе системного подхода

Использование геомеханической модели однородного массива позволяет решить задачу в первом приближении. С помощью применения геомеханической модели неоднородного массива с учетом основных горно-геологических факторов задача решается наиболее точно.

#### Литература

1. Попов В.Н., Шпаков П.С., Юнаков Ю.Л. Управление устойчивостью карьерных откосов. Учебник для вузов. – М.: Издательство Московского государственного горного университета, издательство «Горная книга», 2008. – 683 с.: ил.
2. Шпаков П.С., Юнаков Ю.Л. Обоснование параметров устойчивых отвалов месторождения Эльдorado. Горный журнал. 2017. № 3. С. 20-25.

Шишлин Д.Д.

*Научный руководитель: к.т.н., доцент А.В. Карпов  
Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного  
учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23  
E-mail: shishlin.danila@yandex.ru*

### **Технологическая подготовка производства детали "Вал 20К17.06.23.003" для условий АО "Производственное объединение "Муроммашзавод""**

Необходимость экономии материальных ресурсов предъявляет высокие требования к рациональному выбору заготовок, уровню их технологичности, в значительной мере определяющей затраты на технологическую подготовку производства, себестоимость, надёжность и долговечность машиностроительных изделий.

Правильно выбрать способ получения заготовки для детали "Вал 20К17.06.23.003" на Муромском машиностроительном заводе означает определить рациональный технологический процесс её получения с учётом материала детали, требований к точности её изготовления, технических условий, эксплуатационных характеристик и серийности производства.

Особенно важен экономически и технологически обоснованный выбор вида заготовки вала для данного производства. Максимальное приближение геометрических форм и размеров заготовки к размерам и форме готовой детали при обеспечении высоких механических и технологических свойств – главная задача заготовительного производства.

Таким образом, выбор вида заготовки на Муромском машиностроительном заводе происходит в процессе конструирования, так как при расчёте деталей на прочность, износостойкость или при учете других показателей эксплуатационных характеристик конструктор исходит из физико-механических свойств применяемого материала с учётом влияния технологического способа получения заготовки.

Назначаются припуски под механическую обработку, при этом предварительно определяется класс точности поковки, её ориентировочная масса, степень сложности и группа стали. Класс точности – II (обыкновенная точность). Степень сложности поковки – С2 по ГОСТ 7505-89. Группа стали – М2 по ГОСТ 7505-89. Исходный индекс поковки Т2. Назначаем наружные и внутренние уклоны на боковые поверхности поковки по ГОСТ 7505-89 (соответственно  $\alpha = 5^\circ$ ,  $\beta = 7^\circ$ ). Штамповочные уклоны облегчают выемку готовой поковки из штампа. Их вводят на всех поверхностях поковки, располагающихся параллельно движению частей штампа.

Сравниваем три способа получения заготовки для детали "Вал 20К17.06.23.003" из стали 20ХГНМ ГОСТ 4543-71: 1) штамповка на молотах или прессах; 2) штамповка на горизонтально-ковочных машинах; 3) круглый прокат. При получении заготовки штамповкой на молотах или прессах масса заготовки составит 8 кг, базовая стоимость 1 тонны заготовок 4190 рублей/кг, коэффициент весовой точности 0,8 и себестоимость при этом будет равна 168,7 рублей. При получении заготовки штамповки на горизонтально-ковочных машинах масса заготовки составит 7,5 кг, базовая стоимость 1 тонны заготовок 4190 рублей/кг, коэффициент весовой точности 0,85, и себестоимость при этом будет равна 158,6 рублей. При получении заготовки из проката её масса равна 16 кг, базовая стоимость 1 тонны заготовок 3650 рублей/кг, коэффициент весовой точности 0,4, и себестоимость при этом достигнет 285,4 рублей.

Из этого можно сделать вывод, что по результатам технико-экономических расчетов при штамповке на горизонтально-ковочных машинах стоимость заготовки меньше по сравнению с прокатом и штамповкой на молотах или прессах, поэтому предпочтительным вариантом получения заготовки детали "Вал 20К17.06.23.003" и аналогичных в условиях АО "Производственное объединение "Муроммашзавод"" является штамповка поковки на горизонтально-ковочной машине.