

ДОНБАССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНАЯ
АКАДЕМИЯ

На правах рукописи

ЧЕРНЫШЁВ Владислав Анатольевич

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЯ
ПРОЦЕССА ГИДРОСТАТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ
ПРОВОЛОКИ

05.03.05 - Процессы и машины обработки давлением

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Краматорск - 1995



00754450 (P)

AB 32.017

диссертацией является рукопись

Работа выполнена в Донецком физико-техническом институте им. А. А. Галкина НАН Украины.

Научные руководители:

член-корр. НАН Украины,
доктор технических наук,
профессор **Б. И. БЕРЕСНЕВ**

кандидат технических наук,
ведущий научный сотрудник
Н. И. МАТРОСОВ

Официальные оппоненты:

доктор технических наук,
профессор Л. Л. РОГАНОВ

кандидат технических наук
С. Г. СЫНКОВ

Ведущее предприятие:

АО "Силур", г. Харцызк

Защита состоится "30 марта" 1995 года в 10 часов
на заседании специализированного совета Д. 068. 01. 01 в Донбасской
государственной машиностроительной академии по адресу: 343916,
г. Краматорск, Донецкой обл., ул. Шкадинова, 76, ДГМА.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Донбасской
государственной машиностроительной академии.

Автореферат разослан "24" февраля 1995 года

Ученый секретарь

специализированного совета Д. 068. 01. 01
кандидат технических наук, доцент

А. В. САТОНИН

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. Прогресс во многих отраслях промышленности тесным образом связан с развитием проволочного производства, поскольку проволока и изделия из нее широко используются в машинах, механизмах, приборах и аппаратах. Требуется проволока с предельно минимальными отклонениями геометрических характеристик, а также с более высокими физико-механическими свойствами и с меньшей шероховатостью поверхности. Исходя из изложенного выше традиционные методы обработки проволоки требуют разработки и применения новых технических решений, обеспечивающих повышение качества готовой металлопродукции.

Проблему повышения качества проволоки ответственного назначения (пружинной, инструментальной, электродной, электротехнической и т. д.) предлагается решить применением гидростатической деформации с реализацией технологических схем гидростатического волочения, непрерывного гидромеханического прессования, а также совмещением указанных процессов, позволяющих улучшить условия трения между протягиваемым материалом и инструментом.

Использование высоких гидростатических давлений при обработке труднодеформируемых металлов и сплавов позволяет обеспечить не только высокие технико-экономические показатели, но и формирование качественно новых свойств изделий.

Значительный интерес для решения задач интенсификации процесса получения прутков, проволочных заготовок и проволоки представляет гидростатическая деформация в непрерывном режиме. Реализация процесса непрерывной гидростатической деформации дополняет и усиливает преимущества от применения жидкости под высоким давлением. Вместе с тем, методы непрерывного гидропрессования еще мало изучены, в частности, использование перспективного метода

гидростатической обработки в технологии получения проволочных изделий сдерживается отсутствием надежных технологических схем и оборудования для реализации непрерывного процесса деформации.

Цель работы: разработка научно обоснованных рекомендаций, методик и конструкций, обеспечивающих повышение технико-экономических показателей процесса гидростатической деформации проволоки на основе повышения выхода годного продукта, улучшения физико-механических свойств, повышения качества поверхности и точности геометрических характеристик проволочных изделий.

Научная новизна. Разработаны аналитический метод и программные средства для определения силового режима и рациональных условий деформирования процесса гидростатической обработки проволоки в непрерывном режиме, учитывающие влияние всего комплекса технологических факторов.

Разработан принципиально новый способ непрерывной гидростатической деформации проволоки из труднодеформируемых материалов, установлена взаимосвязь технологических параметров, а именно давления рабочей среды, напряжений подачи и волочения.

Разработаны и созданы устройства для подачи заготовки в камеру высокого давления и технологическая оснастка, позволяющие реализовать непрерывный режим работы.

Предложены рациональные режимы технологического процесса гидростатической калибровки проволоки из латуни Л63.

Созданы и освоены технологическое оборудование и технологическая оснастка для гидростатического волочения тонкой проволоки.

Практическая ценность работы. Результаты исследований, технологических и конструкторских разработок позволили использовать высокие гидростатические давления при производстве проволоки из коррозионностойкой, высокоуглеродистой, пружинной, инструменталь-

ной сталей, электродной, электротехнической и другой проволоки ответственного назначения.

Результаты работы позволят решить задачу по созданию надежных в эксплуатации узлов оборудования и технологической оснастки, а также по организации промышленного производства проволоки повышенного качества.

Результаты работы использованы в Донецком физико-техническом институте НАН Украины при получении опытных партий проволоки, в Ижевском НИИ металлургических технологий, в институте физики высоких давлений Российской АН, на предприятиях ПО "Кировский завод", АвтоЗАЗ, Запорожском заводе магнитофонов "Весна", Луганском машиностроительном институте, НПО "Композит", НПК "Интербизнес".

В рамках совместного предприятия ДФТИ - НПК "Интербизнес" организовано и действует мелкосерийное производство электродной латунной проволоки по ТУ 88 Украины 068.002-92.

Общий экономический эффект от внедрения результатов работы в ИФВД РАН, ПО "Кировский завод" и НПК "Интербизнес" составил 620 тыс. руб. (в ценах 1991 г.). Доля автора составила 170 тыс. руб.

Апробация работы. Основные результаты работы доложены и обсуждены на Всесоюзной конференции "Разработка и промышленная реализация новых механических и физико-химических методов обработки" (г. Москва, 1988), Всесоюзной конференции "Прогнозирование и управление качеством металлоизделий, получаемых обработкой давлением" (г. Абакан, 1988), на выездном заседании секции научного совета ГКНТ СССР "Получение и обработка материалов воздействием высоких давлений" (г. Минск, 1988), Всесоюзном семинаре "Пластичность и деформируемость сталей и сплавов при обработке металлов давлением" (г. Челябинск, 1989), Всесоюзном совещании "Пневмогидроавтоматика и пневмопривод" (г. Суздаль, 1990).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 10 статей, получено 6 авторских свидетельств и 1 патент Российской Федерации.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, пяти разделов, заключения и приложений и содержит 103 страницы основного текста, 56 рисунков, 4 таблицы, список использованных источников из 125 наименований.

Автором лично получены следующие результаты, выносимые на защиту:

- аналитический метод определения силового режима непрерывной гидростатической деформации проволоки и программные средства по оптимизации степени деформации проволоки;

- результаты экспериментальных исследований параметров процессов пластической деформации проволоки при различных схемах приложения деформационных усилий и давления жидкостей;

- рациональные технологические режимы гидростатического волочения; непрерывного гидромеханического прессования; способы непрерывной деформации проволоки из труднодеформируемых материалов (а.с. №№ 1592071, 1670866);

- принципы конструирования подающего устройства по результатам анализа условий устойчивости заготовки, непрерывно подаваемой в камеру высокого давления;

- технические решения промышленного технологического оборудования для гидростатического волочения тонкой проволоки и непрерывного гидромеханического прессования (а.с. №№ 1592072, 1590147).

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность проведенных исследований, изложены цель работы, методика исследований, научная новизна и практическая ценность работы, основные положения, вынесенные на защиту, информация об апробации и публикации результатов работы.

В первом разделе выполнен обзор работ, освещающих способы, направленные на повышение качества обработки проволочных изделий, в том числе чистоты и точности поверхности, работ, описывающих способы гидростатической обработки изделий в непрерывном режиме, основные схемы устройств для их осуществления, а также методов расчета режимов процессов деформации проволоки.

Наиболее перспективными в настоящее время в производстве проволоки ответственного назначения являются следующие процессы:

- непрерывное гидропрессование;
- непрерывное гидропрессование, совмещенное с волочением;
- гидростатическое волочение.

Систематические исследования процессов гидростатической деформации проволочных изделий в непрерывном режиме, достаточно надежные расчетные методики определения параметров процессов, надежные технологии и оборудование для реализации этих процессов отсутствуют.

На основании сделанного анализа сформулированы задачи исследования, а именно:

- исследовать основные закономерности процессов гидростатической деформации проволоки в непрерывном режиме, влияние непрерывной деформации жидкостью высокого давления на свойства проволочных изделий;
- разработать оборудование для гидропрессования в непрерывном режиме, технологию и оборудование для калибровки тонкой проволоки гидростатическим волочением.

Во втором разделе выполнен анализ условий устойчивости заготовки, подаваемой в камеру высокого давления, обоснован выбор конструкции подающего устройства на основе трех поддерживающих заготовку клиновых проводок, описаны математическая модель сило-

вого режима процессов непрерывной гидростатической деформации с учетом параметров обработки и программные средства по оптимизации степени деформации по заданному значению коэффициента запаса прочности.

Для нормального протекания процесса подачи заготовки в зону высокого давления необходимо применять специальные меры, предотвращающие искривление и потерю устойчивости подаваемой части заготовки, в виде дополнительных закреплений свободного конца, а также свои расчетные методы.

Для анализа условий устойчивости заготовки было использовано решение В. И. Феодосьева задачи о нагружении стержня, шарнирно закрепленного в полой трубе.

Наибольшее напряжение σ_{\max} , возникающее в заготовке при подаче в зону высокого давления равно:

$$\sigma_{\max} = \frac{4Q}{\pi D^2} + \frac{\pi E \Delta D}{2l_1^2} \quad (1)$$

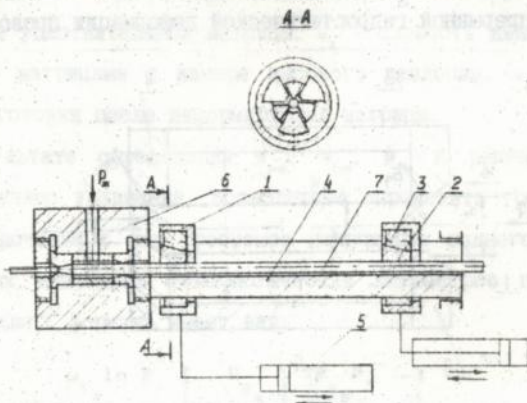
где Q - усилие проталкивания; D - диаметр заготовки; $l_1 = \pi \sqrt{\frac{EJ}{Q}}$; E - модуль упругости материала стержня; J - момент инерции поперечного сечения стержня; Δ - зазор между стержнем и стенкой трубы.

Как видно из формулы (1), максимальное осевое напряжение в стержне прямо зависит от величины зазора между стержнем и стенкой трубы. Анализ показал, что применение направляющих проводок, охватывающих заготовку с минимальным зазором, позволяет выбрать длину подаваемой части заготовки исходя не из условий устойчивости, а из технически необходимой длины хода захватов.

В качестве меры, предотвращающей потерю устойчивости подаваемой части заготовки, применены три диаметрально расположенные клиновые проводки, внутренние поверхности которых охватывают заготовку и образуют канал для обеспечения её продольной устойчивости. Между проводками движется секция из трех клиновых захва-

тов, зажимающих заготовку по боковой поверхности и подающих её в камеру высокого давления (рис. 1).

Схема подачи заготовки клиновыми захватами с проводками.



- 1-клиновой захват; 2-клиновые губки; 3-обойма; 4-проводка;
5-гидроцилиндр перемещения; 6-контейнер; 7-заготовка.

Рис. 1

Величина потерь, измеренная при осевой нагрузке до 30 кН на заготовку из сталей Р6М5, 60С2А диаметром 7,0 мм при длине проводок до 1000 мм и зазоре 0,1-0,3 мм составляет 7-10% от силы, прикладываемой захватами. Расчетные потери силы подачи, определенные при помощи данной формулы для тех же исходных данных составили 3,5-10%. Разработанный математический подход может быть использован при проектировании оборудования для многомаршрутного гидромеханического прессования.

В случае анализа силового режима гидростатической деформации проволоки в непрерывном режиме рассмотрена иллюстрируемая рис. 2 схема. Согласно данной схеме заготовка 1 протягивается через уплотнительную матрицу 2, деформируясь с диаметра d_0 до диаметра d_1 , проходит в камеру высокого давления 3, в которой создается и поддерживается постоянное давление P рабочей жидкости. На выходе

из камеры высокого давления заготовка протягивается через рабочую матрицу 4, деформируясь с диаметра d_1 до диаметра d_2 . На входе в камеру высокого давления на заготовку действует напряжение заднего подпора q , на выходе из камеры - напряжение волочения t .

Схема непрерывной гидростатической деформации проволоки.

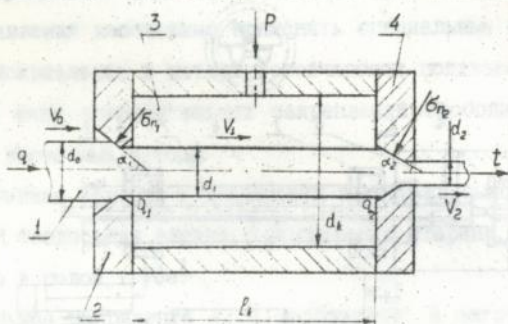


Рис. 2

Напряжения подачи и волочения определялись, как функция параметров процесса гидростатической деформации и механических свойств заготовки.

Из условия сохранения энергии получены следующие соотношения:

$$\frac{\pi}{4} \left[qv_0 d_0^2 - q_1 v_1 d_1^2 \right] = W_{pd_1} + W_{fm_1}; \quad (2)$$

$$\frac{\pi}{4} \left[q_1 v_1 d_1^2 - q_2 v_2 d_2^2 \right] = W_{fk}; \quad (3)$$

$$\frac{\pi}{4} \left[q_2 v_2 d_2^2 + t v_2 d_2^2 \right] = W_{pd_2} + W_{fm_2}, \quad (4)$$

где W_{pd_1} и W_{pd_2} - мощности пластической деформации соответственно в уплотнительной и деформирующей матрицах; W_{fm_1} и W_{fm_2} - мощности сил трения в уплотнительной и деформирующей матрицах; W_{fk} - мощность сил трения в камере высокого давления; q - осевое напряжение заднего подпора, действующего на заготовку во входном сечении уплотнительной матрицы; q_1 - осевое напряжение, действующее на

заготовку в выходном сечении уплотнительной матрицы; q_2 - осевое напряжение, действующее на заготовку во входном сечении деформирующей матрицы; t - напряжение волочения; v_0 - скорость движения заготовки до уплотнительной матрицы; v_1 - скорость движения заготовки между матрицами в камере высокого давления; v_2 - скорость движения заготовки после деформирующей матрицы.

В результате определения W_{pd} , W_{fm} , W_{rk} и решения системы (2)-(4) получено уравнение, позволяющее определить требуемое напряжение волочения t или требуемое напряжение заднего подпора q при заданных значениях технологических параметров процесса. В частности, для t формула имеет вид:

$$t = \frac{P_{g_1} + P_{g_2} + P_k - q + \frac{\mu_{T_1} \ln R_1}{\sqrt{3} \sin \alpha_1} \left[q + \frac{P_{g_1}}{R_1 - 1} \right] - \left[\frac{P_{g_2} R_2}{R_2 - 1} + P \right] + \frac{P_{v_2} R_2}{R_2 - 1} - P}{1 + \frac{\sigma_{s_2} \mu_{T_2} \ln R_2}{\sqrt{3} \sin \alpha_2 (3\sigma_{s_2} - P)}} \quad (5)$$

где $P_{g_1} = \left[\ln R_1 + 1.58 \lg \frac{\alpha_1}{2} \right]$; $P_{g_2} = \left[\ln R_2 + 1.58 \lg \frac{\alpha_2}{2} \right]$; $P_k =$
 $= \vartheta \mu v_0 R_1 \frac{l_k}{d_k^2 \ln \frac{d_k}{d_1}}$; R_1 - вытяжка в уплотнительной матрице; R_2 -

вытяжка в деформирующей матрице; P - давление рабочей жидкости; σ_s - среднеинтегральное по длине очага деформации значение сопротивления деформации обрабатываемого материала, α - угол конусности матрицы; l_k - длина камеры высокого давления; μ - динамическая вязкость рабочей жидкости; d_k - диаметр камеры высокого давления; μ_T - коэффициент пластического трения.

На основе полученной математической модели создана программа для определения коэффициента трения в рабочей матрице по результатам экспериментальных данных, а также комплекс программных средств по автоматизированному проектированию технологических

режимов процесса гидростатической деформации проволоки.

Кроме того, были получены аналитические выражения зависимости коэффициента трения и шероховатости поверхности проволоки от давления рабочей жидкости.

Сравнение экспериментальных данных с результатами расчетов по полученной формуле (5) показало их совпадение как для гидростатического волочения тонкой проволоки, так и для гидромеханического прессования, совмещенного с волочением в пределах 5-15%.

В третьем разделе описаны материал, методики исследований, лабораторные установки для технологических исследований непрерывной гидростатической деформации; описаны исследования механизма подачи заготовки в камеру высокого давления, показаны результаты экспериментальных исследований непрерывного процесса гидромеханического прессования, совмещенного с волочением, результаты технологических исследований процесса гидростатического волочения тонкой проволоки, исследования геометрии, физико-механических свойств и других качественных показателей проволоки.

В качестве исходного материала для проведения экспериментальных исследований процесса гидростатической деформации в непрерывном режиме применяли заготовки диаметром 7 мм из быстрорежущих сталей Р6М5, Р18, пружинной стали 60С2А, коррозионностойкой стали 04Х23Н7М3ЮТ, проволоку из латуни Л63 диаметром 0,1-0,4 мм. Технологические возможности гидростатического волочения были проверены также при обработке широкого круга материалов, в том числе и труднодеформируемых.

Для проведения технологических исследований гидростатической деформации проволоки были выбраны четыре схемы деформации. Для проволоки миллиметрового диапазона из труднодеформируемых материалов - гидромеханическое прессование, а также процесс гид-

ромеханического прессования, совмещенного с волочением. Для тонкой проволоки (диаметром менее 0,5 мм) - волочение через две волокна (простое гидростатическое волочение) и волочение через три волокна (волочение в гидростатическом поле сжатой жидкости).

Общая методика проведения экспериментов включала исследования влияния на показатели процесса непрерывной гидростатической деформации всего комплекса технологических факторов, конструкторскую проработку технологической оснастки, принципов уплотнения заготовки и инструмента в камере высокого давления, составных элементов механизма подачи, обеспечивающих непрерывную подачу заготовки с постоянными во времени усилием и скоростью, сравнительную оценку качества изделий.

В ходе экспериментальных исследований непрерывного процесса гидромеханического прессования, совмещенного с волочением определены рабочие параметры процесса (напряжение подачи, напряжение волочения, давление жидкости) при степенях деформации 26, 35, 45, 48% и в диапазоне давлений рабочей жидкости до 800 МПа.

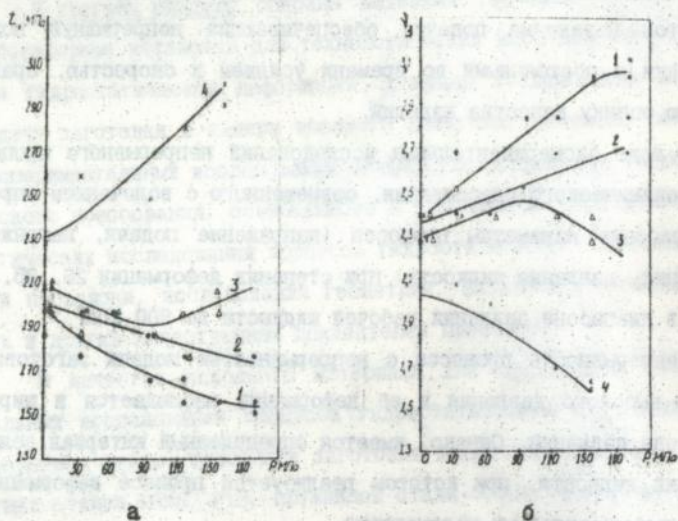
Непрерывность процесса с непрерывностью подачи заготовки в камеру высокого давления и её деформации наблюдается в широком диапазоне давлений. Однако, имеется определенный интервал величин давлений жидкости, при котором реализуется процесс деформации с минимальными силовыми параметрами.

Рациональные условия деформации наблюдаются, когда радиальное давление превышает осевое на величину предела текучести материала заготовки с учетом упрочнения. Показана возможность достижения деформации со степенью 50% с реализацией в процессе гидростатической деформации жидкостного режима трения в зоне формоизменения материала, что позволяет, кроме сокращения количества переходов по сравнению с волочением, получать изделия с улучшен-

ным качеством поверхности на уровне требования ГОСТ 14955-77.

Результаты проведенных экспериментов по гидростатическому волочению свидетельствуют о том, что основные показатели обработки тонкой проволоки существенным образом зависят от вязкости рабочей среды. Однако, как видно из рис. 3, предпочтение следует отдать рабочим средам с меньшей вязкостью (легким минеральным маслам).

Сравнительная оценка влияния рабочей среды
на силовые характеристики гидростатического волочения

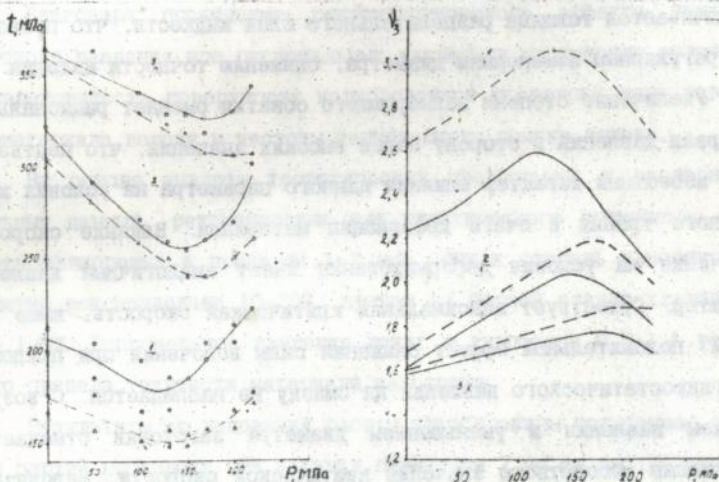


$d_n = 0,11$ мм, $\sigma_n = 420$ МПа, $\epsilon = 11\%$, волокна Г из природного алмаза; $V = 1$ м/с; 1-масло "И20" + керосин (1:1); 2-трансформаторное масло; 3-масло "И20"; 4-касторовое масло; а-напряжение волочения; б-запас прочности.

Рис. 3

Гидростатическая калибровка реализуется в широком диапазоне давлений. Зависимости напряжений волочения (σ) и запаса прочности (γ_n) от величин гидростатического давления при различных обжатиях приведены на рис. 4.

Зависимость напряжения волочения (t) и запаса прочности (ψ) от величины гидростатического давления.



$d_s = 0,2$ мм, масло "И20", 1 - $\epsilon = 10\%$, 2 - $\epsilon = 20\%$, 3 - $\epsilon = 29\%$;
 ---- скорость 0,97 м/с; ——— скорость 2 м/с; волокна С из
 синтетического алмаза СВ.

Рис. 4

Кроме того, эксперименты показали, что существует некоторая область гидростатического давления рабочей среды, обеспечивающая снижение напряжения волочения и, как следствие, повышение надежности процесса калибровки волочением. Рациональная величина давления рабочей среды в области обжатий до 30% находится в интервале 80-200 МПа, при этом снижение величины напряжения волочения составляет 20-30%, а коэффициент запаса прочности, характеризующий надежность процесса калибровки, достигает 2-3,55. При обычном волочении с жидкой смазкой при прочих равных условиях эксперимента коэффициент запаса прочности составил соответственно 1,6-2,4. При рациональном давлении обеспечивается точность профиля проволоки, поскольку процесс деформации проходит при благоприятном противонапряжении в условиях граничного трения с тонкой раздели-

тельной смазочной пленкой. При превышении рационального давления увеличивается толщина разделительного слоя жидкости, что приводит к нерегулярным изменениям диаметра, снижению точности изделия.

Увеличение степени калибрующего обжатия смещает рациональный интервал давлений в сторону более высоких значений, что подтверждает известный характер влияния данного параметра на условия жидкостного трения в очаге деформации материала. Влияние скорости волочения на условия деформирования имеет аналогичный давлению характер. Существует максимальная критическая скорость, выше которой положительный эффект снижения силы волочения при приложении гидростатического давления на смазку не наблюдается. С возрастанием давления и уменьшением диаметра заготовки отмечается уменьшение абсолютного значения критической скорости. Маловязкие рабочие среды характеризуются более высокой критической скоростью и улучшением силового режима волочения. Малым диаметрам заготовки соответствует более низкий диапазон рациональных давлений.

Все отмеченные закономерности согласуются с теоретической моделью процесса непрерывной гидростатической деформации и описываются ею.

В ходе экспериментов исследовалось также влияние степени обжатия в уплотнительной волоке на силовые характеристики гидростатического волочения. Рациональной признана степень обжатия 0,1-5%. При превышении этих значений наблюдается ужесточение условий деформации, снижается надежность процесса.

Результаты экспериментов по изучению влияния типа, материала волок, величины углов рабочего конуса волок показали, что для калибровки латунной проволоки целесообразно использовать алмазные волокна типа М (с углами конуса примерно 8° и длиной калибрующего пояска, равной $1/2$ его диаметра) как из натуральных, так и синте-

тических алмазов.

Благодаря проявлению гидропластического эффекта жидкости высокого давления при рациональных давлениях напряжение волочения и шероховатость поверхности калиброванной проволоки мало зависят от материала волоки и чистоты калибрующего пояска волоки.

На основе анализа теоретических предпосылок и экспериментальных данных рекомендована для практического применения скорость калибровки в пределах 1-2 м/с. Общая степень калибрующего обжатия рекомендована 10-20%, причем на первой стадии калибровки - 0,1-5%. Рациональное давление лежит в диапазоне 0,5-1,1 условного предела текучести материала заготовки.

Результаты исследований работы апробированы получением опытных партий проволоки. Из катанки диаметром 7 мм из быстрорежущих, коррозионностойких и пружинных сталей с применением непрерывного гидромеханического прессования с суммарной степенью деформации до 70% были получены полуфабрикаты, в полной мере соответствующие требованиям ГОСТ 14955-77.

Методом гидростатического волочения получены опытные партии проволоки диаметрами 0,10-0,30 мм из латуни Л63 общим объемом более 1000 км, с отклонением диаметра по длине в пределах 0,001-0,002 мм и шероховатости поверхности $R_a < 0,16$ мкм. Точность, предельное отклонение диаметра полученных проволочных образцов превышает уровень показателей ГОСТ 1066-90 (0,01-0,02 мм) и находится на уровне лучших зарубежных аналогов (фирмы "AGIE" - Швейцария, "BEKART" - Бельгия, "SHARPOINT" - США).

Гидростатическая калибровка с обжатием 10-20% увеличивает предел прочности до 460-520 МПа, относительное удлинение при этом, соответственно, 9-1%. Деформация (калибровка) реализуется в условиях рационального противонапряжения, с более низкими радиаль-

ным давлением на стенки канала волоки и трением в очаге деформации, что наряду с уменьшением износа волоки способствует достижению высокой точности и стабильности размера в партии, повышает надежность процесса калибровки, снижает обрывность проволоки, являющейся одним из основных качественных показателей.

Методом гидростатического волочения получены также опытные партии проволоки диаметром 0,1-0,4 мм из сталей 30X13, У10А, X18AG12C2, сплава X15H60, молибдена МЧ, сплава AlSi1, которые проверены входным контролем и прошли производственные испытания по технологическому процессу изготовления промышленных высокоточных изделий.

В четвертом разделе показаны схемы и конструкция технологического оборудования и оснастки для многомаршрутного гидромеханического прессования прутков в непрерывном режиме и для гидростатического волочения тонкой проволоки.

Для многомаршрутного гидромеханического прессования предложена установка, позволяющая расширить технологические возможности разработанных экспериментальных устройств за счет обеспечения быстрой переналадки для обработки заготовок разных диаметров. Быстросъемный компакт-блок, а также другие конструктивные особенности создают возможность ускоренной переналадки устройства при переходе к очередному этапу деформации, обеспечивают непрерывное и равномерное перемещение заготовки в зону деформации.

Для организации производства калиброванной тонкой проволоки и промышленного освоения технологии гидростатического волочения рекомендованы установки насосного типа.

Основные технические характеристики установки для гидростатического волочения: диаметр проволочного изделия - 0,1-0,4 мм, предельные отклонения - 0,002 мм; рабочее давление - до 200 МПа.

удельный расход электроэнергии - 0,6 кВт/час/кг, производительность - 0,25-6,75 кг/час.

Разработанная технологическая оснастка обеспечивает облегченное обслуживание, позволяет использовать волокна традиционной конструкции.

В пятом разделе описаны освоение технологии и экономическая эффективность процесса гидростатической деформации проволоки.

Предложена технология гидростатического волочения тонкой проволоки, которая обеспечивает получение высокоточной проволоки с параметрами точности и шероховатости, не достижимыми традиционными способами. Технологический регламент гидростатической калибровки проволоки из латуни Л63 учитывает диаметр, степень калибрующего обжатия, скорость протяжки, рабочий диапазон давлений.

Разработанные и созданные технология и оборудование использованы на девяти предприятиях. В рамках совместного предприятия НПК "Интербизнес"- ДФТИ организовано мелкосерийное производство высокоточной электродной латунной проволоки с годовым объемом 20 тонн по ТУ 88 Украины 068.002-92, в основу которых положены разработанные технология и оборудование.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

Разработаны математическая модель силового режима непрерывной гидростатической деформации с учетом параметров обработки и надежности процесса, а также программные средства по автоматизированному проектированию технологических параметров указанного процесса.

Разработаны принципы конструирования оборудования для реализации процесса непрерывной гидростатической деформации.

Исследованы особенности процесса непрерывного гидромеханического прессования прутков из труднодеформируемых сталей. Уста-

новлено, что рациональные условия деформации наблюдаются при превышении радиального давления жидкости над осевым напряжением подачи на величину предела текучести материала заготовки с учетом упрочнения.

Разработаны, созданы и исследованы устройства для подачи заготовки в камеру высокого давления, позволяющие реализовать процесс гидропрессования в непрерывном режиме.

Исследованы технологические параметры процесса гидростатического волочения тонкой проволоки. Предложены рациональные режимы технологического процесса гидростатической калибровки проволоки из латуни Л63 диаметром 0,1-0,4 мм : давление 80-175 МПа, т. е. в диапазоне 0,55-1,1 предела текучести материала заготовки, скорость 1-2 м/с, обжатие 10-20%. Создано промышленное малогабаритное технологическое оборудование насосного типа.

Показано, что использование гидростатических давлений, гидростатического волочения при обработке труднодеформируемых материалов, материалов, склонных к налипанию на инструмент, обеспечивает не только высокие технико-экономические показатели процесса обработки, особую точность проволоки, но и улучшение физико-механических свойств изделий.

Решена актуальная технологическая задача получения прецизионной проволоки с параметрами точности и чистоты поверхности, недостижимыми при традиционных методах изготовления, имеющая существенный экономический эффект.

Созданные научные разработки положены в основу научно-технического обеспечения производства калиброванной проволоки ответственного назначения, проводимого под статусом ГНП Украины.

Технические решения в области технологии и создания оборудования защищены шестью авторскими свидетельствами и патентом Рос-

сийской Федерации.

Основное содержание диссертации отражено в работах:

1. Оценка подходов к обеспечению продольной устойчивости заготовки, непрерывно подаваемой в зону высокого давления/ В. А. Чернышев, Н. И. Матросов // Физика и техника высоких давлений. -1992. -Т. 2, № 4. -С. 155-159.

2. Теоретическая оценка влияния технологических параметров на силовой режим гидромеханической обработки проволоки/ В. А. Чернышев, Я. Е. Бейгельзимер, Н. И. Матросов // Физика и техника высоких давлений. -1992. -Т. 2, № 4. -С. 102-109.

3. Гидростатическая калибровка латунной проволоки/ Матросов Н. И., Сынова Н. Н., Чернышев В. А. // Цветные металлы. -1989. -№ 4. С. 89-90.

4. Гидростатическая калибровка проволоки. / Н. И. Матросов, Э. А. Медведская, Г. А. Раханский, В. А. Чернышев и др. // Рационализаторские предложения и изобретения, рекомендуемые министерством для внедрения на заводах угольного машиностроения // Научно-технический сборник. Донецк: ЦНИИЗуголь. -1989. -№ 6. -С. 15-17.

5. Гидростатическое волочение проволоки из молибдена и его сплавов /Н. И. Матросов, В. А. Чернышев, Г. А. Раханский, Н. Н. Сынова //Физика и техника высоких давлений. -1991. Т. 1, № 3. -С. 83-85.

6. Стабилизация параметров подачи заготовки при непрерывной гидромеханической обработке/ Н. И. Матросов, Г. А. Раханский, В. А. Чернышев и др. // Физика и техника высоких давлений. -1991. -Т. 1, № 3. -С. 100-103.

7. А. с. 1590147 СССР, МКИ^В В21С 23/08. Устройство для гидромеханического прессования/ Г. А. Раханский, Э. А. Медведская, В. А. Чернышев, Н. И. Матросов (СССР). -№ 4420792/31-27; Заявлено 10.05.89; Опубл. 7.09.90. -8с. :ил.

8. А. с. 1592071 СССР, МКИ^В В21С 1/00. Способ гидростатического волочения проволоки/ Н. И. Матросов, Э. А. Медведская, В. А. Чернышев и др. (СССР). - № 4475015/31-02; Заявлено 18.08.88; Опубл. 15.09.90, Бюл. №34. -8с.

9. А. с. 1592072 СССР, МКИ^В В21С 1/04. Устройство для гидростатического волочения тонкой проволоки/ Э. А. Медведская, Н. И. Матросов, В. А. Чернышев и др. (СССР). - № 4432576/31-02; Заявлено 30.05.88; Опубл. 15.09.90, Бюл. №34. -6с.:ил.

10. А. с. 1593762 СССР, МКИ^В В21F 23/00. Устройство для подачи длинномерного материала/ Г. А. Раханский, Н. И. Матросов, В. А. Чернышев и др. - № 4600436/31-12; Заявлено 1.11.88; Опубл. 23.09.90, Бюл. № 35. -4с.:ил.

11. А. с. 1670866 СССР, МКИ^В В21С 1/00. Способ гидростатического волочения/ Н. И. Матросов, Б. И. Береснев, В. А. Чернышев, Г. А. Раханский (СССР). № 4695936/02; Заявлено 29.05.89; -6с.:ил.

12. А. с. 1779423 СССР, МКИ^В В21С 1/00. Способ гидростатического волочения проволоки/ Н. И. Матросов, А. Б. Дугадко, Л. Ф. Сенникова, В. А. Чернышев. (СССР). - № 4915490/27; Заявлено 28.02.91; Опубл. 7.12.92, -Бюл. №45. -6с.:ил.

13. Патент Российской Федерации № 2015761, МКИ^В В21С 1/00. Устройство для гидростатического волочения изделий/ Н. И. Матросов, Г. А. Раханский, Э. А. Медведская, В. А. Чернышев. - №4868333/27; Заявлено 21.09.90; Опубл. 15.07.94, -Бюл. №13. -5с.:ил.

14. Матросов Н. И., Раханский Г. А., Медведская Э. А., Чернышев В. А. Разработка технологии калибровки тонкой проволоки гидростатическим волочением. -Донецк, 1990. -34 с. - (Препринт/ АН УССР, физико-технический институт; № 90-11).

15. Непрерывное гидромеханическое прессование длинномерных изделий/ Матросов Н. И., Раханский Г. А., Чернышев В. А. // Разработ-

ка и промышленная реализация новых механических и физико-химических методов обработки: Тез. докл. Всесоюзн. науч.-техн. конф., 1988. -М.: МВТУ им. Н.Э.Баумана, 1988. -С.67.

16. Использование высоких гидростатических давлений при получении проволочной заготовки повышенного качества/ Матросов Н.И., Раханский Г.А., Медведская Э.А., Чернышев В.А., Сыркова Н.Н. // Прогнозирование и управление качеством металлоизделий, получаемых обработкой давлением: Тез. докл. Всесоюзн. научно-техн. конф., 1988. -Абакан, программа "Металл", 1988. -С.103-104.

17. Стабилизация параметров подачи заготовки при непрерывной гидромеханической обработке/ Н.И.Матросов, Г.А.Раханский, В.А.Чернышев и др. // Пневмогидроавтоматика и пневмопривод: Тез. докл. Всесоюзн. сов., 1990. -М.: МП ВНТО приборостроителей им. С.И.Вавилова, 1990. - С. 151-152.

ABSTRACT

Chernyshov V.A. Improvement of Technology and Equipment for the Process of Hydrostatic Deformation of Wire.

Candidate's degree thesis (Technical Sciences), speciality 05.03.05 - processes and machines for pressure treatment, Donbass region state machine-building academy, Kramatorsk, 1995.

The work deals with solution of the problem of increasing the quality of special-purpose wire basing on the process of continuous hydrostatic deformation. A mathematical model of the power mode of continuous hydrostatic deformation has been developed. An actual engineering problem has been solved of the obtaining of precision wire with the parameters of surface accuracy and finish which could not be obtained with conventional methods of manufacture. The proposed technology and equipment have been introduced to practice which provided an essential economic effect.

Чернишов В.А. Удосконалення технології та обладнання процесу гідростатичної деформації дроту.

Дисертація на здобуття вченого ступеня кандидата технічних наук за фахом 05.03.05 – процеси та машини обробки тиском, Донбаська державна машинобудівна академія, Краматорськ, 1995.

Робота присвячена рішенням проблеми підвищення якості дроту відповідального призначення на основі процесу гідростатичної деформації у неперервному режимі. Розроблена математична модель силового режиму неперервної гідростатичної деформації. Вирішена актуальна технологічна задача одержання прецизійного дроту з параметрами точності і чистоти поверхні, які неможливо досягти при традиційних методах виготовлення. Здійснено промислове впровадження запропонованих технології та обладнання, яке забезпечило істотний економічний ефект.

Ключевые слова:

проволока, давление, деформация, волочение, точность.



Підл. до друку 9.02.95. Формат 60x84/16.

Обл.-вид. а. 1.0. Тираж 100 прим. Замовлення № 53

Р-т ІЕП НАН України.

340048, Донецьк, Університетська, 77.