

АННОТАЦИЯ

к научно-техническому отчету о выполнении III этапа Государственного контракта № П983 от 20 августа 2009 г. по Федеральной целевой программе «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 гг., в рамках реализации мероприятия № 1.2.2 Проведение научных исследований научными группами под руководством кандидатов наук.

по проекту **«Развитие методов деформационного наноструктурирования для получения конструкционной стальной проволоки с уникальным комплексом механических свойств»**

ФГБОУ ВПО "Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова"

В соответствии с установленными требованиями Государственного контракта на выполнение III этапа поисковых научно-исследовательских работ, направленных на развитие методов деформационного наноструктурирования для получения конструкционной стальной проволоки с уникальным комплексом механических свойств, получены следующие научно-практические результаты:

1. Разработаны рекомендации по возможности использования результатов выполненных НИР в реальном секторе экономики. Показано, что наиболее перспективными вариантами использования разработанного способа равноканальной угловой свободной протяжки (РКУ протяжка) является ее совмещение в различных сочетаниях с традиционными процессами волочения при изготовлении проволоки из низко- или среднеуглеродистых сталей. При этом состав и режимы операций производства проволоки не требуют существенных корректировок. Практическая реализация процесса РКУ протяжки достигается установкой на многократном волочильном стане магазинного или прямоточного типа, а также на многократном волочильном стане мокрого волочения необходимого количества комплектов технологического инструмента разработанной конструкции. При таком подходе технологическая схема производства проволоки, в которую интегрирован способ РКУ протяжки, обладает высокой степенью технологической развязки, внутренней гибкостью с большим количеством траекторий обработки, мобильностью при смене сортамента, а также возможностью изготовления партий готовой проволоки с высокими механическими свойствами любой тоннажности.

2. Выполнен анализ особенностей разработанного способа РКУ протяжки с точки зрения соответствия основным направлениям развития способов деформационного

наноструктурирования металлов и сплавов: повышение коэффициента использования материала, унификация схем обработки и используемого оборудования, повышение однородности структуры и свойств объемных УМЗ материалов, расширение номенклатуры обрабатываемых материалов, масштабирование заготовок, а также повышение технологичности и производительности производства и снижение себестоимости выпускаемой продукции. Показано, что разработанный способ РКУ протяжки и инструмент для его осуществления соответствует комплексу требований, предъявляемому в соответствии с современным уровнем развития науки и техники к процессам деформационного наноструктурирования объемных длинномерных изделий.

3. С целью разработки рекомендаций по использованию результатов НИР при создании новых научно-образовательных курсов выполнена оценка рабочих программ дисциплин, читаемых для студентов кафедры машиностроительных и металлургических технологий Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова» (ФГБОУ ВПО «МГТУ»). Показано, что в части изучения процессов деформационного наноструктурирования металлов и сплавов квалификационная характеристика выпускника соответствует современному уровню развития нанотехнологий. В тоже время, представляется целесообразным расширить квалификационные требования к дисциплинам «Методы получения наноматериалов» и «Технология обработки металлов давлением», в части получения знаний о передовых способах получения и обработки наноматериалов, включая методы деформационного наноструктурирования, а также результаты данной поисковой НИР.

4. Разработана программа для ЭВМ «Автоматизированный расчет механических свойств стали в процессе равноканального углового прессования», как одного из наиболее эффективных способов деформационного наноструктурирования металлов и сплавов (Свидетельство о государственной регистрации № 2011613969). Программа предназначена для автоматизированного расчёта механических свойств сталей (временное сопротивление разрыву, предел текучести, относительное удлинение, относительное сужение, ударная вязкость) в процессе деформационного наноструктурирования объемных заготовок способом равноканального углового прессования (РКУП). В программе реализованы «прямая» и «обратная» задача управления структурой и свойствами конструкционных наносталей в процессе РКУП. В «прямой» задаче - по известным размерам и показателям механических свойств исходной заготовки, определяются параметры управления процессом РКУП (количество циклов обработки РКУП, температура обработки, угол сопряжения каналов инструмента), формирующие

необходимые параметры микроструктуры стали, обеспечивающие требуемые механические свойства после обработки. В «обратной» задаче – по требуемым показателям механических свойств стали, определяются показатели механических свойств исходной заготовки и параметры управления процессом РКУП.

5. На основе анализа и систематизации результатов теоретических и экспериментальных исследований опубликованы 2 статьи в высокорейтинговых научных изданиях «Черные металлы» и «Вестник МГТУ им. Г.И. Носова», рекомендованных Президиумом Высшей аттестационной комиссии Российской Федерации.

6. В ходе оценки результатов выполненных теоретико-экспериментальных исследований установлено, что многократная обработка проволоки способом РКУ протяжки обеспечивает существенную немонотонность и одновременно высокое значение накопленной степени деформации сдвига в металле, что приводит к эволюции дислокационной структуры, активизации новых систем скольжения, разориентации микрообъемов в пределах одного зерна и перестройке сформированных фрагментов в ультрамелкие зерна с неравновесными высокоугловыми границами. Данное обстоятельство обеспечивает повышение прочностных при сохранении пластических характеристик конструкционной стальной проволоки.

Таким образом, процесс РКУ протяжки является перспективным и высокотехнологичным способом деформационного наноструктурирования длинномерных изделий. Развитие способа предполагает повышение однородности структуры и свойств обрабатываемой проволоки на основе научно обоснованного выбора и оптимизации технологических параметров обработки, а именно: числа циклов, геометрии очага деформации и параметров состояния исходной заготовки (геометрические размеры, химический состав, структура и свойства). Коммерциализация разработок в условиях инновационных хозяйственных обществ и крупных метизных предприятий откроет перспективы организации высокотехнологичного производства ультрамелкозернистой стальной проволоки с уникальным комплексом высоких механических свойств.

Руководитель проекта:

А.Г. Корчунов