

УДК 621.7.043

М.В. Песин, А.А. Павлович, С.А. Мельников

M.V. Pesin, A.A. Pavlovich, S.A. Melnikov

Пермский национальный исследовательский политехнический университет,

Perm National Research Polytechnic University, Perm, Russian Federation

К ОБЕСПЕЧЕНИЮ ТОЧНОСТИ И КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТЕЙ НА ОСНОВЕ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА

TO ENSURE THE ACCURACY AND QUALITY OF SURFACES ON THE BASIS OF IMPROVEMENT OF TECHNOLOGICAL PREPARATION OF PRODUCTION

Комплексный подход к технологической подготовке производства обеспечивает точность и качество поверхностного слоя высоконагруженных деталей, что повышает значение сопротивления усталости, а также сформирует сжимающие напряжения. Анализ данных, полученных в ходе исследований, показал, что сжимающие остаточные напряжения в поверхностном слое сформированы путем пластического деформирования. Повышение сопротивления усталости упрочненной поверхности ведет к увеличению долговечности изделий машиностроения. Вместе с тем следует обратить внимание на исследование точности и качества поверхности на основе совершенствования технологического процесса.

Ключевые слова: цифровые технологии, резьба, упрочнение, поверхностное пластическое деформирование, остаточные напряжения, технологическая подготовка производства.

An integrated approach to the technological preparation of production ensures the accuracy and quality of parts, ensuring the creation of favorable compressive stresses and an increase in the fatigue resistance of loaded surfaces. Analysis of the results showed that the use of surface plastic deformation leads to the formation of compressive residual stresses in the surface layer, surface hardening, which increases the fatigue resistance and durability of machine parts. At the same time, attention should be paid to the study of accuracy and surface quality based on the improvement of the technological process.

Keywords: digital technology, thread, hardening, surface plastic deformation, residual stresses, technological preparation of production.

Объем изделий с повышенными требованиями по точности и качеству поверхности постоянно растет, увеличивается число высоконагруженных поверхностей в изделии. Например, изготовление надежной замковой резьбы для бурильных труб, используемых нефтегазодобывающими компаниями, является важной задачей, требующей тщательного исследования. Так, в Российской Федерации увеличивается количество продукции, выпускаемой предприятиями

нефтяного машиностроения, это связано с ростом наклонно-направленного бурения и усложнений добычи нефти [1–5].

Исходя из опыта эксплуатации бурового оборудования установлено, что разрушение резьбовых соединений является основной технической проблемой, которая приводит к существенным экономическим убыткам, размер которых исчисляется десятками млн руб. на одну аварию. Поэтому актуальной задачей современного машиностроительного производства является повышение качества, надежности и долговечности бурильных труб. Основным путем в решении этой задачи может стать введение дополнительной операции упрочняющей обработки наружной и внутренней резьбы бурильных труб. Кроме того, важна технологическая подготовка производства [6–8].

Повышению сопротивления усталости и долговечности деталей машин, как показал анализ результатов исследований, способствует применение поверхностного пластического деформирования, так как оно приводит к образованию в поверхностном слое сжимающих остаточных напряжений, упрочнению поверхности, поэтому необходимо исследование точности и качества поверхности на основе совершенствования технологического процесса. Особое внимание следует уделить обработке резьбовой поверхности, которая выполняется специальным резьбовым инструментом, подобранным из каталогов, на рекомендованных режимах предприятия-изготовителя. На рис. 1 приведены резьбовые пластины на токарных станках.

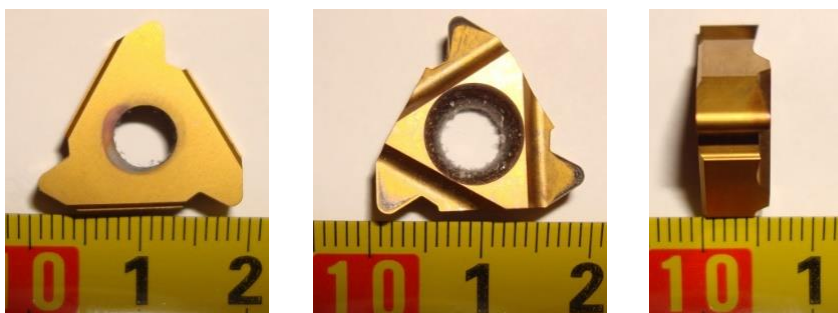


Рис. 1. Резьбовые пластины

Решением практических проблем повышения точности и качества поверхности нефтепромыслового и бурового оборудования занимаются специалисты таких крупных отраслевых предприятий в Российской Федерации, как ООО «ПКНМ-Урал», ОАО «Мотовилихинские заводы», ОАО «ТМК-Премиум Сервис», ООО «ПКНМ», ООО «ВНИИБТ-Буровой инструмент» и др. При изготовлении резьб на деталях бурового оборудования наблюдают значительное отличие в виде стружек на резьбонарезной операции (рис. 2).



Рис. 2. Виды стружек на резбонарезной операции

Как показали проведенные научные исследования и значительный производственный опыт предприятий нефтяного машиностроения, при изготовлении высокоточных деталей необходимо исследовать подготовку производства. Для увеличения их долговечности необходимо использовать комплексное решение проблемы повышения точности и качества поверхностей изделий, особое внимание при этом уделять совершенствованию технологической подготовки производства.

Так, при анализе изношенных резбовых пластин получены следующие результаты, показаны на рис. 3.

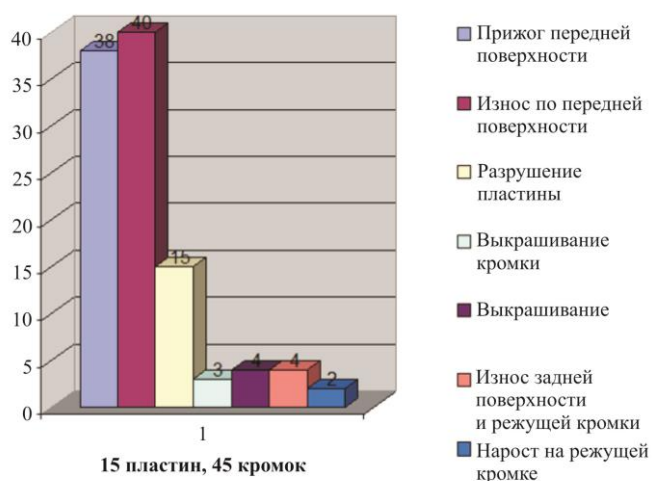


Рис. 3. Анализ изношенных резбовых пластин

В результате исследований установлены следующие критерии для обеспечения качества резб: допустимая максимальная величина силы прижима ролика, допуск на глубину впадины, технические требования по точности и допускам на резбу. Они являются основными показателями оценки формирования рациональной величины остаточных сжимающих напряжений и обеспечения повышения сопротивление усталости.

Анализ научных работ и опыта предприятий показал научные и методологические основы технологического процесса, обеспечивающего высокую точность и качество деталей, полностью не изучены и не представлены в комплексе.

Разработка методологических основ и практических рекомендаций по технологической подготовке производства высокоточных деталей является весьма актуальной научной и производственной задачей.

Использование цифровых технологий при проектировании высокоэффективного машиностроительного производства наукоемкой продукции является неотъемлемой его частью в высокопроизводительных предприятиях Российской Федерации.

Применение программных комплексов для моделирования процессов упрочняющей обработки позволит улучшить качество обработки деталей и тем самым значительно повысить долговечность изделий.

В случае изготовления специальных бурильных, обсадных и насосно-компрессорных труб, а также других высоконагруженных деталей нефтепромыслового и бурового оборудования необходимо выполнение технологических требований и прогнозирование выходных параметров процесса.

Комплексный подход к технологической подготовке производства позволит обеспечить точность и качество деталей, приведет к формированию благоприятных сжимающих напряжений и как следствие повышению сопротивления усталости нагруженных поверхностей.

Список литературы

1. Блюменштейн В.Ю. Механика технологического наследования на стадиях жизненного цикла ответственных деталей машин. Энциклопедия поверхностного пластического деформирования / под ред. д-ра техн. наук, профессора С.А. Зайдеса. – Иркутск, Изд-во ИРНИТУ, 2015. – С. 46–52.

2. Блюменштейн В.Ю., Махалов М.С. Моделирование остаточных напряжений на стадиях жизненного цикла изделий // Вестник машиностроения. – 2014. – №12. – С. 21–25.

3. Блюменштейн В.Ю., Киричек А.В., Бабичев А.П. Современные конкурентоспособные технологии отделочно-упрочняющей обработки поверхностным пластическим деформированием. Справочник // Инженерный журнал. – 2011. – № 5. – С. 47–52.

4. Афонин А.Н., Мартынов Е.М. Упрочнение крупногабаритных резьб деталей машин горно-металлургического оборудования // Современные проблемы горно-металлургического комплекса. Наука и производство: материалы XII всерос. науч.-практ. конф. с междунар. уч. – Старый Оскол, 2015. – Т. II. – С. 79–82.

5. Афонин А.Н., Саввин В.В., Киричек А.В. Моделирование накатывания с полнопрофильной схемой деформирования внутренних трапецеидальных резьб методом конечных элементов // Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии. – 2013. – №4 (300). – С. 61–67.

6. Песин М.В. Научные основы моделирования процесса упрочнения впадины резьбы бурильных труб обкатыванием роликом // Экспозиция. Нефть. Газ. – 2013. – №5 (30). – С. 68–70.

7. Pesin M.V. Improving the Reliability of Threaded Pipe Joints // Russian Engineering Research. – 2012. – Vol. 32, no. 2. – P. 210–212.

8. Pesin M.V. Simulation of the Technological Process of the Strengthened Treatment of the Drill Pipes Thread // Urgent Problems of Up-to-Date Mechanical Engineering: Intern. Conf., UTI TPU, December 11–12, 2014, Yurga, Russia. – Durnten-Zurich: TTP, 2015. – P. 476-482. – ([Applied Mechanics and Materials; Vol. 770]).

Получено 15.06.2020

Песин Михаил Владимирович – доктор технических наук, профессор кафедры «Инновационные технологии машиностроения», Пермский национальный исследовательский политехнический университет, e-mail: m.pesin@mail.ru.

Павлович Александр Александрович – аспирант кафедры «Инновационные технологии машиностроения», механико-технологический факультет, Пермский национальный исследовательский политехнический университет.

Мельников Сергей Алексеевич – инженер кафедры «Инновационные технологии машиностроения», механико-технологический факультет, Пермский национальный исследовательский политехнический университет.