

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, г. Пермь  
Perm National Research Polytechnic University, Perm, Russian Federation

## **ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССА РЕЗЬБОНАРЕЗАНИЯ НА БУРИЛЬНЫХ ТРУБАХ**

### **THE FEATURES OF THE THREADING PROCESS ON DRILL PIPES**

Представлена проблема повышения качества резьботочения высоконагруженных конических резьб. Определены основные причины, влияющие на преждевременный отказ оборудования из-за поломки резьбы. Выявлены технологические особенности процесса резьботочения.

**Ключевые слова:** резьба, резьботочение, высоконагруженные конические резьбы, замковая резьба, бурильная труба.

The article presents the problem of improving the quality of threading of highly loaded tapered threads. The main reasons influencing the premature failure of the equipment due to thread breakage are determined. The technological features of the threading process are revealed.

**Keywords:** thread; threading, highly loaded tapered threads, tool-joint threads, drill pipe.

При изготовлении специальных высоконагруженных резьб для нефтегазовой промышленности используются станки с ЧПУ, и для обеспечения качества поверхностного слоя резьбы необходимо исследование процесса резьбонарезания. Особенное значение это имеет при формировании резьб на ответственных деталях, воспринимающих значительные знакопеременные нагрузки [1–5].

На предприятиях нефтяного машиностроения используют рекомендации предприятий – изготовителей металлорежущего инструмента, результаты собственных опытных работ, рекомендации, полученные от других организаций. Однако нередки следующие ситуации, возникающие при точении резьб на станках с ЧПУ:

- низкая производительность процесса,
- малая стойкость инструмента;
- «быстрая» поломка и нехарактерный износ для данного процесса резания;
- нестабильное качество поверхностного слоя;
- высокие значения показателя шероховатости  $Ra$ ;
- формирование остаточных напряжений растяжений;

- изменение микроструктуры при анализе шлифа профиля резьбы;
- неравномерное распределение температуры резания вдоль режущих кромок пластины.

Пример соединительной муфты показан на рис. 1.

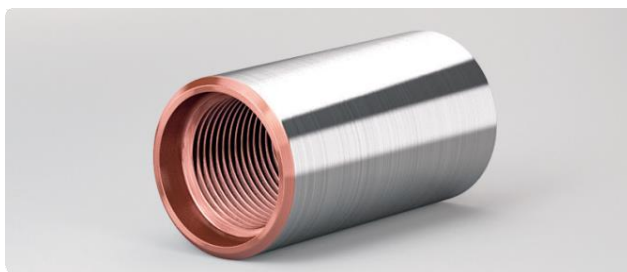


Рис. 1. Соединительная муфта

Важность решения задачи обусловлена значительным объемом производства трубной продукции предприятиями нефтяного машиностроения (рис. 2).

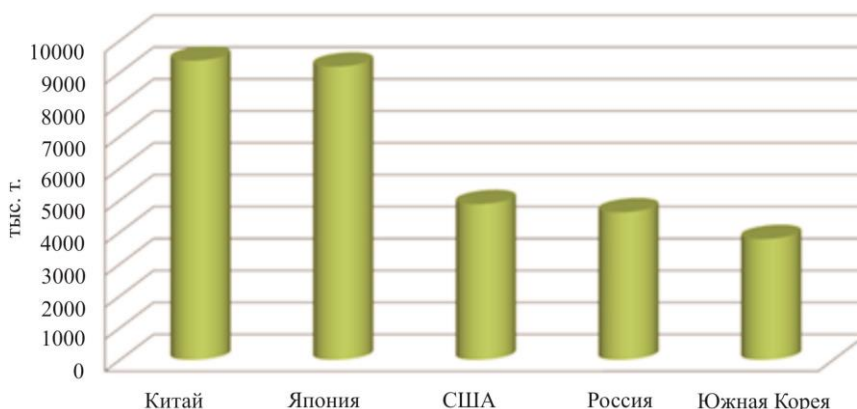


Рис. 2. Крупнейшие производители бурильных труб

Следует отметить, что для процесса обработки резьб характерно наличие прижога по передней поверхности пластины и ее разрушения в процессе обработки. Стружка в процессе нарезания конической резьбы имеет значительную неравномерную деформацию. При исследовании процесса резьботочения наблюдается различная по цвету и форме стружка, поэтому можно предположить о возникновении технологического концентратора напряжений в зоне впадины резьбы [6–12].

Поэтому требуется исследование технологического обеспечения и путей повышения качества поверхностного слоя конической резьбы бурильных. Одним из направлений научной работы является выбор и оптимизация режимов

и режущего инструмента при автоматизированном резьботочении на станках с ЧПУ. В сложившейся практике, особенно на предприятиях машиностроительного комплекса и нефтяного машиностроения, в технологическом процессе для упрочнения резьб используют различные методы поверхностного пластического деформирования, при этом исследование технологической наследственности является важным для повышения качества поверхностного слоя (рис. 3).



Рис. 3. Достоинства поверхностного пластического деформирования

Востребованность бурильных труб буровыми компаниями и буровыми подрядчиками определяет рост спроса на высоконагруженные изделия.

Проведенные исследования в технологическом обеспечении и повышении качества поверхностного слоя конической резьбы бурильных труб на основе выбора и оптимизации режимов и режущего инструмента при автоматизированном резьботочении на станках с ЧПУ показали актуальность выбранных исследований.

Основными параметрами, оказывающими влияние на качество поверхностного слоя резьбы, являются режимы резания, геометрия режущей пластины.

Процесс резьботочения возможно моделировать с помощью современных программных комплексов.

При автоматизированном процессе обработки резьб на станках с ЧПУ существует возможность подбора режимов резания.

Параметры технологического процесса резьботочения материала влияют на микротвердость поверхностного слоя резьбы, формирование остаточных напряжений, изменение шероховатости впадины резьбы.

Для деталей, испытывающих значительные знакопеременные нагрузки, в процессе эксплуатации важно учитывать технологические параметры резьботочения.

### Список литературы

1. Технология и инструменты отделочно-упрочняющей обработки деталей поверхностным пластическим деформированием: Справочник: в 2 т. Т. 2. / С.К. Амбросимов, А.Н. Афонин А.П. Бабичев [и др.] / под общ. ред. А.Г. Суслова. – М.: Машиностроение, 2014. – 444 с.

2. Справочник технолога-машиностроителя: в 2 т. Т.2 / В.Н. Андреев, А.Н. Афонин, В.Ф. Безъязычный [и др.]. – М.: Инновационное машиностроение, 2018. – 818 с.

3. 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 ИРННТУ, 2015. – С. 46–52.

4. 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.

5. Афонин А.Н., Киричек А.В. Резьбонакатывание. Библиотека технолога. – М.: Машиностроение, 2009. – 312 с.

6. 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.

7. 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.

8. Песин М.В. Повышение надежности резьбовых соединений нефтегазовых изделий // Технология машиностроения. – 2011. – № 9. – С. 49–50.

9. Песин М.В., Мокронос Е.Д. Повышения надежности бурильных труб на стадии проектирования путем использования математического моделирования процесса упрочнения резьбовой поверхности // Экспозиция. Нефть. Газ. – 2013. – №2 (27), – С. 56–57.

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

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

12. 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, Uyriga, Russia. – Durnten-Zurich: TTP, 2015. – P. 476-482. – ([Applied Mechanics and Materials; Vol. 770]).

Получено 15.09.2020

**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.