

По результатам работы можно сделать следующие **выводы**:

1. Увеличение скорости резки способствует повышению удельного сопротивления резке и уменьшению относительного внедрения ножей в металл, при котором наступает полное разделение заготовки, а сами зависимости носят логарифмический характер.

2. Удельная работа резки с увеличением скорости резки растет и принимает максимум при определенном ее значении, зависящем от марки стали и температуры резки, после чего наблюдается некоторый спад и стабилизация.

Результаты работы могут быть использованы при исследованиях и развитии методов расчета процесса горячей резки на ножницах.

Список литературы 1. Целиков А.И. Прокатные станы : учебник для вузов / А.И. Целиков, В.В. Смирнов. – М. : Металлургиздат, 1958. – 432 с. 2. Королев А.А. Конструкция и расчет машин и механизмов прокатных станов / А.А. Королев. – М. : Metallurgiya, 1985. – 375 с. 3. Иванченко Ф.К. Розрахунок машин і механізмів прокатних цехів : Навч. посібник / Ф.К. Иванченко, В.М. Гребеник, В.І. Ширяев. К. : Вища шк., 1995. – 455 с. 4. Боровик П.В. Новые подходы к математическому моделированию технологических процессов обработки давлением: Монография / П.В. Боровик, Д.А. Усатюк. – Алчевск : ДонДТУ, 2011. – 299 с. 5. Боровик П.В. Влияние деформационного нагрева на результаты математического моделирования процесса резки на ножницах / П.В. Боровик. / Сборник научных трудов / ДонГТУ. – Алчевск, 2012. – Вып. 37. – С. 135-140. 6. Коновалов Ю.В. Расчет параметров листовой прокатки: Справочник / Ю.В. Коновалов, А.Л. Остапенко, В.И. Пономарев. – М. : Metallurgiya, 1986. – 430 с. 7. Паршин В.А. Деформируемость и качество / В.А. Паршин, Е.Г. Зудов, В.Л. Колмогоров. – М. : Metallurgiya, 1979. – 192 с.

Поступила до редколегії 24.10.2012

УДК 621.967.3:519.872

Оцінка впливу швидкості різання на енергосилові параметри процесу гарячого розділення на ножницях / Боровик П.В. Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Харків: НТУ «ХПІ». – 2012. – №47(953). – С. 101-106. Бібліогр.: 7 назв.

Наведено результати теоретичних досліджень процесу гарячого різання на ножницях з урахуванням швидкості різання. Проаналізовано вплив швидкості різання на енергосилові параметри процесу різання на ножницях. Вказується на необхідність врахування швидкості різання з метою підвищення точності та розвитку методів розрахунку процесу гарячого різання на ножницях.

Ключові слова: ножниці, швидкість різання, енергосилові параметри

The results of theoretical research of the hot cutting process by shears with the account of cutting speed it was showed. Influence of cutting speed on the energy-power parameters of the cutting process by shears it was analyzed. Showed that needed to consider the cutting speed in order to increase accuracy and have developing of calculating methods for the hot cutting process by shears.

Keywords: shears, cutting speed, energy-power parameters.

УДК 621.771

В. С. ГАПОНОВ, докт. техн. наук, проф., НТУ «ХПІ»,
Ю. Д. МУЗЫКИН, канд. техн. наук, проф., НТУ «ХПІ»,
В. В. ТАТЬКОВ, канд. техн. наук, вед. научн. сотр., НТУ «ХПІ»,
С. М. ВЫШНИВЕЦКИЙ, зам. нач. ЦГПТЛ, ОАО «Запорожсталь»; Запорожье,
А. И. ВОЙТОВИЧ, механик ЦГПТЛ, ОАО «Запорожсталь», Запорожье,
П. П. МОСКАЛЕНКО, зам.гл.механика по прокатному производству,
ОАО «Запорожсталь», Запорожье

ПОВЫШЕНИЕ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ И НАДЕЖНОСТИ РАБОТЫ РЕЗЬБОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ В ПРОКАТНОМ ОБОРУДОВАНИИ

Выполнен анализ причин разрушения резьбовых соединений в прокатном оборудовании и показано, что основным направлением повышения их несущей способности и надежности работы является жесткий контроль предварительной затяжки при котором данный параметр становится детерминированным.

© В. С. Гапонов, Ю. Д. Музыкин, В. В. Татьков, С. М. Вышнинецкий,
А. И. Войтович, П. П. Москаленко, 2012

Ключевые слова: резьбовые соединения, контролируемая предварительная затяжка, гидравлический ключ.

Введение. Существующий опыт эксплуатации отечественного прокатного оборудования, а также мониторинг отказов отдельных узлов и агрегатов, выполненный на ОАО «Запорожсталь» и ОАО «Арселор Миттал Кривой Рог» показывает, что разрушение резьбовых соединений является наименее прогнозируемым видом отказов и в силу этого может приводить к самым тяжелым последствиям. Наибольшее число отказов связано с выходом из строя крупного резьбового крепежа установленного в узлах передающих вращательное движение к прокатным валкам, а именно, главная моторная муфта, промвал, редуктор силовой, промежуточная муфта, шестеренная клеть, шпиндели и шарниры к ним, прокатная клеть. Условия работы резьбового крепежа в этих машинах существенно разнятся друг от друга, что связано как с различием в их функциональном назначении и характере вращательного движения, так и нестабильностью параметров технологического процесса прокатки, однако общим для них является характер нагружения, который характеризуется возникновением повторно-переменных нагрузок и продольно-крутильных колебаний, приводящих к снижению несущей способности и надежности работы.

Большинство из параметров, влияющих на характер нагружения резьбовых соединений, относятся к числу недетерминированных, а, следовательно, могут быть установлены лишь с помощью методов статистики и теории вероятности, которые применяются для случайных величин.

Цель работы, постановка задачи. Построение вероятностной математической модели технологического процесса возможно при условии проведения статистического анализа случайных величин, таких как температура прокатки, качество заготовки и ее материал, особенности технологического процесса и геометрические параметры изделия, наличие значительной нестабильности рабочих параметров нагружения и т.д. [1]. Все они описываются различными законами распределения, и поэтому практически не могут быть учтены каждый в отдельности в силу высокой трудоемкости этих исследований. В связи с этим возникает вопрос о принятии некоторого обобщающего параметра, который суммирует в себе влияние каждого из перечисленных и для которого определяется единый закон распределения. Наблюдения за работой прокатного оборудования показали, что в качестве такого параметра с успехом может быть использован крутящий момент на ведущем валу электродвигателя силовой линии привода. Априори, согласно теореме Ляпунова, для параметра, являющегося функцией многих независимых переменных, закон распределения должен быть нормальным [2], однако, в каждом конкретном случае, это требует экспериментального подтверждения.

Материалы исследования. Решение этой задачи было проведено на тонколистовом стане горячей прокатки «1680» ОАО «Запорожсталь», применительно к силовому редуктору чистой клетки № 5, замером крутящего момента на валу электродвигателя AMZ1600GF12MSBA. Репрезентативность выборки была обеспечена как длительностью испытаний в течении 120 часов, так и количеством измерений 10550. Выборка являлась случайной, так как вероятность ее образования из генеральной совокупности в 4500 часов имела равную возможность с другими выборками. Результаты экспериментальных исследований показали, что режим нагружения подчиняется нормальному закону распределения и, следовательно, при определении остаточного ресурса работы элементов, подвергнутых воздействию случайных величин можно использовать принцип линейного суммирования повреждений [3].

Кроме того, особенностью работы резьбовых соединений в рассматриваемых узлах, является наличие вращательного движения, которое может существенно изменить условия нагружения соединения в зависимости от расположения оси вращения и отклонений в

геометрии соединения, связанное с точностью изготовления и монтажа. Поэтому динамика нагружения резьбовых соединений усиливается из-за цикличности воздействия внешней нагрузки, которая зависит как от частоты вращения и частот кратных ей, так и от частот композитных колебаний, которые равны сумме или разности частот вращения и кратных им частот. Все эти эффекты вызывают переменные напряжения растяжения, изгиба и кручения, которые, как следствие, приводят к усталостному разрушению элементов резьбового соединения и составляют примерно 90% случаев отказов, которые, как правило, происходят в области первого либо второго рабочих витков, реже – в области сбег резьбы, либо в галтельном переходе опорной поверхности головки болта.

Усталостное разрушение резьбовых соединений вызвано действием переменных напряжений, величина и характер которых зависят от многих факторов, таких как внешняя нагрузка, предварительная затяжка, качество и способ получения рабочих поверхностей, наличие концентраторов напряжений, упругих характеристик отдельных элементов стыка, термической и химико-термической обработки поверхности и т.д. Практически все из вышеперечисленных параметров не поддаются строгой количественной оценке и могут рассматриваться как недетерминированные, а следовательно, расчет резьбовых соединений на усталостную прочность можно выполнять только в вероятностной постановке.

Все вышеизложенное позволяет сформулировать стратегию при решении конкретных задач повышения несущей способности и надежности работы резьбовых соединений в прокатном оборудовании. Сущность ее заключается в том, чтобы при решении статически неопределимой задачи совместности деформаций болтов (шпилек) и стыка соединений как можно большее количество случайных параметров перевести в число детерминированных, либо полностью исключить их влияние на условия монтажа и работу резьбового соединения. Наиболее просто такой результат может быть достигнут, если для создания контролируемой предварительной затяжки используются гидравлические ключи. В этом случае часть параметров, влияние которых на надежность работы резьбового соединения не может быть строго определено, полностью исчезает: трение в резьбе и на торце гайки и болта; наличие смазки на трущихся поверхностях; погрешность в замерах осевых и окружных усилий; неравномерность затяжки групп болтов; различие в механических характеристиках материала как по сортаменту так и качеству; шероховатость опорных поверхностей и т.д. С другой стороны становятся строго контролируемыми: сила предварительной затяжки; равномерность затяжки по каждой единице в группе; возможность обеспечить технологические требования нагружения в группе и т.д.

Таким образом, в случае использования гидравлических ключей удается процесс предварительной затяжки перевести из случайного в строго контролируемый, поддающийся точным количественным оценкам. Это иллюстрирует коэффициент запаса прочности, который согласно опыту эксплуатации в зависимости от способа получения предварительной затяжки меняется в широком диапазоне. Так, при неконтролируемой затяжке $[S] = 2,5 \dots 3,2$; при использовании динамометрического ключа $[S] = 1,6 \dots 2$; при контроле по удлинению болта $[S] = 1,3 \dots 1,5$; при использовании гидравлических ключей $[S] \leq 1,3$. [3,4].

Строгое соблюдение величины предварительной затяжки обеспечивает плотность стыка и за счет перераспределения силовых потоков существенно понижает контактную податливость стыка, а следовательно уменьшает долю переменной нагрузки воспринимаемую резьбовым соединением.

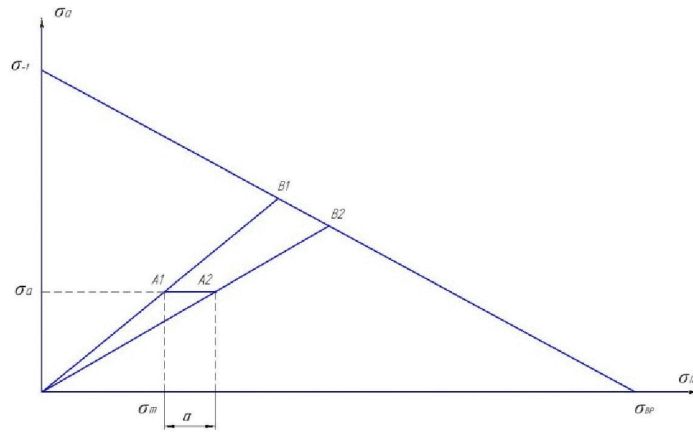


Рис. – Изменение запаса усталостной прочности от величины предварительной затяжки

На рисунке показано, как при изменении предварительной затяжки определяется коэффициент запаса усталостной прочности. Используя упрощенную диаграмму предельных амплитуд для двух рабочих точек A_1 и A_2 , которые соответствуют циклам нагружения и отличаются друг от друга на величину среднего напряжения "а", показаны предельные циклы, соответствующие точкам B_1 и B_2 . Определив для этих циклов запас усталостной прочности, как отношение соответствующих характеристик предельного цикла к расчетному, сравниваем их между собой и получаем значение коэффициента рассогласования

$$K_n = \frac{\sigma_{-1}(\sigma_m + a) + \sigma_a \sigma_{BP}}{\sigma_{-1} \sigma_m + \sigma_a \sigma_{BP}} \left[1 + \frac{a(2\sigma_m + a)}{\sigma_m^2 + \sigma_a^2} \right],$$

где σ_{-1} – предел выносливости; σ_{BP} – предел прочности; σ_a, σ_m – амплитудное и среднее значение напряжений цикла; a – рассогласование средних напряжений циклов.

Графоаналитический анализ полученной зависимости показывает, что увеличение силы предварительной затяжки болта несущественно изменяет запас усталостной прочности и поэтому может быть признан как один из путей повышения несущей способности и надежности работы резьбовых соединений. Так, если принять для сталей, используемых в ответственных резьбовых соединениях [4]

$$\sigma_{-1} = (0,3 \dots 0,4) \sigma_{BP},$$

увеличение предварительного натяга в 1,75 раза, вызывает уменьшение усталостной прочности резьбового соединения всего на 10%, что для рассматриваемого многопараметрического процесса является вполне удовлетворительным.

Выводы. На основании анализа работы резьбовых соединений в прокатном оборудовании, установлены основные факторы, влияющие на их разрушение и определен закон распределения этих случайных величин.

Показана возможность точного контроля усилия предварительной затяжки, а, следовательно, возможность ее широкого варьирования, при использовании гидравлических ключей, что позволяет превратить процесс предварительной затяжки в строго детерминированный и за счет этого существенно повысить несущую способность и надежность работы резьбовых соединений в прокатном оборудовании.

Список литературы: 1. Полухин П.И. Прокатное производство.- М.: Металлургия, 1982. – 696 с. 2. Дисонсон Н., Лион Ф. Статистика и планирование эксперимента в технике.- М.: Мир, 1981 – 385 с. 3. Кудрявцев В.Н. Детали машин. – Л.: Машиностроение, 1980.- 364. 4. Кочаев В.П., Дроздов Ю.Н. Прочность и износостойкость деталей машин.- М.: Высшая школа, 1991. – 319 с.

Надійшла до редколегії 25.10.2012

УДК 621.771

Повышение несущей способности и надежности работы резьбовых соединений в прокатном оборудовании / Гапонов В. С., Музыкин Ю. Д., Татьков В. В., Вышневский С. М., Войтович А. И., Москаленко П. П. // Вісник НТУ «ХП». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Харків: НТУ «ХП». – 2012. – №47(953) – С. 106-110. – Бібліогр.; 4 назв.

Виконано аналіз причин руйнування різьбових з'єднань у прокатному обладнанні та вказано, що основним напрямком підвищення їх несучої спроможності та надійності роботи виявляється жорсткий контроль попередньої затяжки при котрій цей параметр стає детермінованим.

Ключові слова: різьбові з'єднання, контрольована попередня затягування, гідравлічний ключ.

The analysis of the reasons of destruction of carving connections in the rolling equipment is executed and is shown, that the basic direction of increase of their bearing(carrying) ability and reliability of work is the rigid control of a preliminary inhaling(prolongation) at which given parameter becomes determined. 1

Keywords: fittings, controlled pre-tightening, hydraulic key.

УДК 621.777.4

В. Н. ГОРНОСТАЙ, канд. техн. наук, ст. преподаватель, НТУУ «КПИ», Киев

ПРЯМОЕ ХОЛОДНОЕ ВЫДАВЛИВАНИЕ С РАЗДАЧЕЙ ПРОФИЛЕЙ ИЗ СТАЛЕЙ

Приведены результаты теоретического анализа и экспериментальных исследований процессов традиционного холодного прямого выдавливания та выдавливания с раздачей прямоугольных профилей из сталей. При выдавливании с раздачей достигнуто существенное снижение усилий выдавливания и удельных усилий на деформирующем инструменте.

Ключевые слова: прямое выдавливание, силовые режимы, удельные усилия, угол матрицы, коэффициент раздачи, профили.

Введение. В настоящее время холодным выдавливанием из сталей и цветных металлов получают высокоточные, с повышенными физико-механическими свойствами профили разной конфигурации. Накопленный производственный опыт традиционного прямого выдавливания сплошных стержней изложен в источнике [1]. Отмечено, что при выдавливании имеют место высокие удельные усилия на деформирующем инструменте, что приводит к низкой его стойкости особенно при формообразовании профилей из труднодеформируемых сталей. Использование жидкости, которая находится под высоким давлением, в качестве передатчика усилия на заготовку частично решает проблему повышения стойкости матриц при прямом выдавливании профилей. Это связано с уменьшением усилия выдавливания за счет снижения или исключения трения между поверхностью заготовки и контейнером. Практическое использование процессов прямого выдавливания с помощью жидкости под высоким давлением изложено в работах [2-4]. Показаны возможности получения фасонных профилей из низко и среднеуглеродистых, а также из штамповых и инструментальных сталей. Однако широкому распространению таких процессов мешают низкая стойкость матриц и уплотняющих элементов.

Цель работы. Провести анализ факторов влияющих на процесс холодного выдавливания с раздачей.

На кафедре МПМ та РП НТУУ «КПИ» разработан способ получения профилей путем прямого выдавливания с раздачей [5]. Сущность способа заключается в том, что выдавливание выполняется из круглых заготовок, диаметр которых меньший за максимальный размер сечения получаемого профиля. Профиль формируется за счет одновременной деформации заготовки по конической части матрицы в осевом и течения металла в попе-

© В. Н. Горностай, 2012