

УДК 621.77.4

## ОЦЕНКА ОПАСНЫХ И ВРЕДНЫХ ФАКТОРОВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ КАЛИБРОВАННОГО ПРОКАТА И ИХ УСТРАНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ

Филиппов А.А., Пачурин Г.В., Кузьмин Н.А.

*ФБГУ ВО Нижегородский государственный университет им. Р.А. Алексеева, Нижний Новгород, e-mail: pachuringv@mail.ru*

Современное развитие производства болтовых изделий – это не только повышение эффективности технологических процессов путем снижения металло- и энергозатрат, удельных капитальных вложений, но и защита работающих от опасных и вредных производственных факторов и снижение влияния экологических проблем. Обеспечение безопасности производственного оборудования и технологических процессов начинается с их разработки и проектирования. На этапе проектирования безопасность обеспечивается за счет выполнения требований, установленных нормативной документацией по охране труда. Данные требования включают рациональное использование производственных помещений, правильную эксплуатацию оборудования и организацию производственных процессов, защиту работающих от опасных и вредных условий труда, содержание производственных помещений и рабочих мест в соответствии с санитарно – гигиеническими нормами. В работе предложен способ снижения влияния опасных и вредных факторов в условиях производственной среды при снятии окалины с поверхности и волочении горячекатаного проката.

**Ключевые слова:** калиброванный прокат, качество поверхности проката, опасные и вредные производственные факторы, охрана труда, очистка поверхности проката, электроплазменная очистка поверхности

## ASSESSMENT OF HAZARDOUS AND HARMFUL FACTORS IN PRODUCTION CALIBRATED ROLLED AND SOLUTIONS TECHNOLOGICAL METHODS

Filippov A.A., Pachurin G.V., Kuzmin N.A.

*Nizhny Novgorod State Technical University R.E. Alekseev, Nizhny Novgorod, e-mail: pachuringv@mail.ru*

The modern development of the production of screw products – is not only improving the efficiency of manufacturing processes by reducing the metal and energy consumption, specific capital investments, but also protect workers from dangerous and harmful production factors and reducing the impact of environmental problems. Ensuring the safety of production equipment and processes begins with their development and design. During the design phase safety is ensured through the implementation of the requirements established by normative documents on labor protection. These requirements include the efficient use of production facilities, the correct use of equipment and organization of production processes, the protection of workers from dangerous and hazardous working conditions, the maintenance of production facilities and jobs in accordance with the sanitary – hygienic norms. In this paper we propose a method for reducing the influence of dangerous and harmful factors in a production environment when removing scale from the surface of the drawing and hot-rolled steel.

**Keywords:** calibrated hire, quality of rolling surface, dangerous and harmful production factors, labor, treatment of rolling surface, elektroplazmennaya surface cleaning

Одним из способов повышения эффективности технологии при производстве метизных изделий является уменьшение числа технологических операций и потребность в снижении трудозатрат. На текущем этапе развития машиностроения изделия с высоким уровнем физико-механических характеристик можно получать или за счет использования новых материалов, или за счет разработки новых технологических процессов их получения [8].

В начале XXI века в Российской Федерации наблюдается возникновение новых производств, реконструкция имеющихся, переоборудование, внедрение более совершенных, экологических и энергосберегающих технологий и оборудования. Однако современное производство сопровождается выявлением опасных и вредных производ-

ственных факторов, увеличением их энергетического уровня. Поэтому вопросы профилактики травматизма и профзаболеваний на промышленных предприятиях актуальны и требуют постоянного контроля [11].

В современном производстве к металлам, как к основным конструкционным материалам, предъявляются все более жесткие требования в отношении механических характеристик, эксплуатационной долговечности, а также новых функциональных свойств [2, 13]. Одновременно с этим усиливается потребность в снижении затрат, экономии материальных и энергетических ресурсов, их оборотном использовании в интересах экономики, снижении рисков безопасности производственных процессов и решения все более острых экологических проблем.

К метизным изделиям, которые получают методом холодной объемной штамповки, относятся, например, проволока, проволочные изделия, крепеж и пружины. Достаточно широкий сортамент и большое разнообразие свойств метизов продиктовано спецификой их использования в различных областях машиностроения.

Материал, который применяется для холодной объемной штамповки, должен обладать требуемой пластичностью, равномерными по длине проката механическими характеристиками и соответствующим химическим составом [3, 7]. Кроме того, горячекатаный прокат не должен иметь внутренних и поверхностных дефектов [9, 10]. К поверхностным дефектам относятся такие дефекты, как волосовины, раскатанные газовые пузыри, поверхностные закаты и другие [4]. Серьезным дефектом проката является образование поверхностное обезуглероживание, которое существенно ухудшает механические характеристики в поверхностных слоях проката. Поверхность калиброванного проката становится восприимчивой к образованию царапин, рисок и задиров [6].

Конкурентное производство метизов на внешнем и внутреннем рынке обеспечивается суммарным результатом всех технологических операций, которые формируют безопасность и энергоемкость процесса, себестоимость и требуемое качество готовых метизов: от выбора шихтовых материалов для выплавки и прокатки металлопроката, до подготовки калиброванного проката и высадки готовых метизных изделий [15]. Поэтому при разработке безопасных, энерго- и ресурсосберегающих технологий получения крепежных изделий любого класса прочности необходимо использовать дополнительные резервы на всех этапах передела [14]. Достаточно важную роль в вышеуказанной технологической цепочке принадлежит этапу подготовки передела горячекатаного материала перед его холодной высадкой [5].

Материал, применяемый для изготовления метизных изделий, должен обладать достаточной прочностью и пластичностью, равномерными механическими характеристиками и химическим составом [3], а также не должен иметь поверхностных и внутренних дефектов [12]. В производстве крепежа калиброванный прокат, предназначенный для холодной объемной штамповки, должен иметь чистую и блестящую поверхность, свободную от окалины, жировых и других загрязнений, содержать прочно удерживаемую на поверхности технологическую смазку. С этой целью проводят технологи-

ческие операции по очистке поверхности от окалины, нанесение подсмазочного слоя и только после этого – нанесение технологической смазки. Удаление с поверхности горячекатаного или термически обработанного проката необходимо для предупреждения износа технологического инструмента и получения чистой и точной поверхности на калиброванном прокате.

Одним из способов удаления окалины с проката, предназначенного для дальнейшего волочения, является его химическое травление в растворах кислот (серной или соляной) при повышенных температурах.

Технологический процесс очистки горячекатаного и калиброванного проката от поверхностной окалины состоит из следующих операций:

- 1 – травление проката в растворах кислот;
- 2 – промывка горячей водой;
- 3 – фосфатирование;
- 4 – промывка теплой водой;
- 5 – известкование или омыливание;
- 6 – сушка.

Относительная простота и доступность такого метода обработки приводят к ряду существенных недостатков, касающихся влияния на работающий персонал опасных и вредных условий труда [12].

1. В процессе травления горячекатаного проката образуются вредные отработанные растворы. Химическая утилизация таких растворов достаточно трудоемка и связана с большими затратами материалов и энергии. При накоплении продуктов взаимодействия кислот с железом и другими компонентами, входящими в состав протравленного металла, раствор срабатывается и подлежит сливу. Любые промышленные отходы, особенно содержащие тяжелые металлы, являются весьма опасными для человека и окружающей среды, а поэтому их нейтрализация является важной экономической и экологической задачей.

2. Объем сточных вод, который образуется при промывке металла после операции травления, составляет 3,0 м<sup>3</sup> на 1 тонну обработанного кислотой металла. На современных производствах объемный расход промывных вод достигает 300-400 м<sup>3</sup> в час. При сбросе в водоемы загрязненных сточных вод с перерабатывающих заводов резко увеличивается концентрация вредных веществ, значительная часть которых осаждается вблизи места выпуска.

3. Во время травления образуются вредные выделения, которые удаляются через бортовые отсосы в течение всего технологического процесса. После травления для удаления травленого шлама и кислоты прокат промывается в горячей и холодной воде.

Промывка в горячей воде производится при температуре 50-80 °С в течение 1-2 минут. Холодная промывка осуществляется под давлением 5-6 атм. в течение 1-2 минут. Для нейтрализации остатков серной кислоты и уменьшения коэффициента трения при волочении и холодной штамповки прокат подвергается известкованию в растворе 3-5% извести. При этом на поверхности проката должна быть сплошная пленка извести. Нейтрализацию кислоты можно производить в водном растворе мылом.

4. Химический метод травления обладает низкой производительностью.

Продолжительность травления зависит от количества окалины на поверхности проката и концентрации раствора кислоты. Поэтому требуется продолжительное время нахождения обслуживающего персонала в рабочей зоне вредного технологического процесса.

5. В условиях реального производственного процесса травление представляет собой физически тяжелую и опасную операцию для работающего персонала. Все процессы происходят в емкостях, прокат в бунтах или прутках постоянно переносится из одной емкости в другую. Обогрев травильных и других ванн постоянно производится горячим паром. Так как каждая операция протекает при температурах 40-100 °С, то идет неизбежный процесс испарения, который сопровождается вредными выделениями на постоянных рабочих местах травильщиков металла. Концентрация вредных паров в воздухе рабочей зоны часто превышает значения, установленные ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны».

6. Уровень шума на травильных участках, как правило, превышает допустимые нормы согласно ГОСТ 12.1.003 ССБТ «Шум. Общие требования безопасности» в результате различных технологических перемещений грузоподъемных механизмов, продувки проката после промывки и прогрева насыщенным паром.

7. Не исключен непосредственный контакт работников с химическими веществами, горячими материалами, которые осуществляют на них опасное воздействие. При этом создаются аварийные ситуации. Вполне возможно попадание вредных веществ в водный и воздушный бассейны.

С целью снижения риска влияния опасных и вредных факторов при термической и пластической обработки горячекатаного и сортового проката в условиях производственной среды предлагается перед операцией холодной объемной штамповки ис-

пользование электро-плазменного способа очистки его поверхности (ЭПО).

Использование новой электронно-плазменной технологии очистки металлопроката от окалины (ЭПО) позволяет сократить технологическую цепочку, исключив ряд операций, которые используют при травлении металла в растворах кислот и обеспечить безопасность производственного процесса во время очистки поверхности проката [1].

Применение технологий ЭПО может стать важным направлением технологического процесса по очистке поверхности проката. Технология обеспечивает повышение качества очистки металлических поверхностей, снизить влияния опасных и вредных факторов в условиях производственной среды и предотвратить загрязнение окружающей среды.

Физическая сущность электро-плазменной очистки заключается в том, что на поверхности металла происходит восстановление окалины и сублимация остальных загрязнений в результате взаимодействия с частицами плазмы. Низкотемпературная плазма создается различными физическими источниками. При данной технологии очистки металлопроката от окалины используется плазмообразующий элемент специальной конструкции. Материалы, обработанные технологией ЭПО, обладают высокой адгезионной способностью. Удельные затраты по электроэнергии в зависимости от состояния металла и решаемых задач составляют 0,3-0,6 кВт·ч/м<sup>2</sup>. Энергозатраты на обработку поверхности зависят от степени загрязненности поверхности, скорости обработки материала, площади обрабатываемой поверхности, а также химического состава металла. Стоимость очистки поверхности проката с применением ЭПО почти в 5-7 раз ниже, чем при использовании кислот.

Вредные выбросы в зону рабочих мест при использовании технологии ЭПО отсутствуют. Характер отходов следующий – H<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>. Все это выносится в атмосферу, но объемы их очень малы. В процессе очистки 1 тонны металлопроката образуется лишь около 0,0001 м<sup>3</sup> вышеуказанных газообразных выбросов.

В реальных условиях производственного процесса ЭПО представляет собой [12] высокопроизводительный, автоматизированный и экологически чистый способ очистки металлопроката. Устройство для осуществления предлагаемого способа содержит [1] вакуумную камеру, систему вакуумирования и блок перемещения очищаемого металлопроката. Установки, при-

меняемые для технологии ЭПО, полностью автоматизированы, занимают небольшое пространство и отвечают требованиям охраны труда.

### Выводы

- Применение электронно-плазменных методов очистки металлопроката позволяют обеспечить оптимальный состав окружающей среды на постоянных рабочих местах.

- При использовании ЭПО отсутствуют вредные выбросы в атмосферу в отличие от химической очистки поверхности металлопроката.

- Производственный процесс ЭПО высокопроизводительный, автоматизированный, исключается тяжелый физический труд и уменьшает риск травматизма в производственном процессе.

- Снижается влияния опасных и вредных факторов на обслуживающий персонал в условиях производственной среды при снятии окалины с поверхности проката.

- Отсутствует непосредственный контакт работников с химическими веществами, горячими материалами, который позволяет снизить опасное воздействие.

- Уровень шума на рабочих местах при использовании ЭПО не превышает допустимые нормы согласно ГОСТ 12.1.003 ССБТ.

- Концентрация вредных паров в воздухе рабочей зоны при использовании ЭПО соответствует требованиям, установленные ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ.

### Список литературы

1. Пачурин Г.В., Филиппов А.А., Чиненков С.В. Технология очистки поверхности листового проката автомобильных низкоуглеродистых сталей // Журнал Автомобильных Инженеров. – 2012. – № 4(75). – С. 27–29.

2. Пачурин Г.В., Кузьмин Н.А. Эксплуатационные свойства штампуемых листовых сталей // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2014. – № 5-1. – С. 31–36.

3. Пачурин Г.В., Филиппов А.А., Кузьмин Н.А. Влияние химического состава и структуры стали на качество проката для изготовления болтов // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2014. – № 8-2. – С. 87–92.

4. Пачурин Г.В., Филиппов А.А., Пачурин В.Г. Качество поверхности и структурного состояния проката для метизных изделий из стали 40X // Успехи современного естествознания. – 2015. – № 1-3. – С. 476–481.

5. Филиппов А.А., Пачурин Г.В., Гушин А.А., Пачурин В.Г. Повышение качества поверхности стального проката перед высадкой крепежных изделий // Заготовительные производства в машиностроении. – 2007. – № 3. – С. 51–53.

6. Филиппов А.А., Пачурин Г.В. Ресурсосберегающая технология подготовки калиброванного проката под холодную высадку изделий // Успехи современного естествознания. – 2007. – №12. – С. 139–139.

7. Филиппов А.А., Пачурин Г.В., Кузьмин Н.А. Анализ качества проката для холодной высадки крепежных изделий // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2014. – № 8-2. – С. 111–115.

8. Филиппов А.А., Пачурин Г.В. Подготовка проката для высокопрочных болтов: Учебное пособие / А.А. Филиппов, Г.В. Пачурин; под общ. ред. Г.В. Пачурина. – Старый Оскол: ТНТ, 2015. – 176 с.

9. Филиппов А.А., Пачурин В.Г., Пачурин Г.В. Экологичный способ подготовки проката для болтовых изделий // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 1-1.

10. Филиппов А.А., Пачурин Г.В., Наумов В.И., Кузьмин Н.А. Влияние поверхностного и структурного состояния на качество проката для болтов // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 10-1. – С. 77–82.

11. Филиппов А.А., Пачурин Г.В., Щенников Н.И., Курагина Т.И. Производственный травматизм и направления его профилактики // Современные наукоемкие технологии. – 2016. – № 1. – С. 45–50.

12. Филиппов А.А., Пачурин Г.В., Кузьмин Н.А. Снижение опасных и вредных факторов при очистке поверхности сортового проката // Современные наукоемкие технологии. – 2016. – № 2-1. – С. 38–43.

13. Pachurin G.V. Ruggedness of structural material and working life of metal components // Steel in Translation. – 2008. – Т. 38. – № 3. – P. 217–220.

14. Pachurin G.V., Filippov A.A. Economical preparation of 40X steel for cold upsetting of bolts // Russian Engineering Research. – 2008. – Т. 28, № 7. – P. 670–673.

15. Filippov A.A., Pachurin G.V., Naumov V.I., Kuzmin N.A. Low-Cost Treatment of Rolled Products Used to Make Long High-Strength Bolts // Metallurgist. – 2016. – Vol. 59. – Nos. 9-10. January. – P. 810-815.