



<https://doi.org/10.21122/1683-6065-2019-4-53-57>  
УДК 669.

Поступила 04.10.2019  
Received 04.10.2019

## ОБЕСПЕЧЕНИЕ СОХРАННОСТИ ПОВЕРХНОСТИ КАЛИБРОВАННОГО ПРОКАТА В УСЛОВИЯХ МЕЛКОСОРТНО-ПРОВОЛОЧНОГО СТАНА 370/150 ОАО «БМЗ – УПРАВЛЯЮЩАЯ КОМПАНИЯ ХОЛДИНГА «БМК»

И. А. КОВАЛЕВА, И. В. БАЗУЕВ, Ю. В. ПРЫБЫТКОВ, Н. А. ХОДОСОВСКАЯ, ОАО «БМЗ – управляющая компания холдинга «БМК», г. Жлобин, Гомельская обл., Беларусь, Промышленная ул. 37.  
E-mail: nl.icm@bmz.gomel.by

Одной из важных задач является доставка потребителю калиброванного металлопроката в качественном товарном состоянии, для чего необходима защита его от атмосферной коррозии, неблагоприятного воздействия климатических факторов, предохранение от загрязнений и механических повреждений на период транспортирования потребителю автомобильным транспортом, а также хранение на промежуточных складах перед запуском в производство. Необходим комплексный системный подход, позволяющий сохранить качество и внешний вид выпускаемой продукции на пути от производителя к потребителю. Применение современных упаковочных материалов, таких, как бумага с ингибитором коррозии и армированием полипропиленовой тканью, позволят получить постоянную гарантированную защиту поверхности проката и расширяет возможности транспортировки и рынки сбыта металлопродукции. Стадия испытаний ингибитора коррозии включает в себя определение его защитных свойств. Установлено, что достоинство упаковки обточенного проката в антикоррозионную бумагу заключается в том, что она, совмещая в себе функции упаковочного средства и средства консервации, позволяет полностью отказаться от дорогостоящей и трудоемкой консервации металлоизделий маслами и консистентными смазками. Использование в составе бумаги летучего ингибитора коррозии обеспечивает полную защиту проката.

**Ключевые слова.** Калиброванный прокат, механическая обработка, атмосферная коррозия, поверхность металла, бумага с летучим ингибитором коррозии, полипропиленовая ткань, армирование бумаги, защита поверхности проката.

**Для цитирования.** Ковалева, И. А. Обеспечение сохранности поверхности калиброванного проката в условиях мелко-сортно-проволочного стана 370/150 ОАО «БМЗ – управляющая компания холдинга «БМК» / И. А. Ковалева, И. В. Базуев, Ю. В. Прыбытков, Н. А. Ходосовская // Литие и металлургия. 2019. № 4. С. 53–57. <https://doi.org/10.21122/1683-6065-2019-4-53-57>.

## ENSURING THE SAFETY OF THE SURFACE OF CALIBRATED ROLLED PRODUCTS IN THE CONDITIONS OF SMALL-GRADE WIRE MILL 370/150 OJSC «BSW – MANAGEMENT COMPANY OF THE HOLDING «BMC»

I. A. KOVALEVA, I. V. BAZUYEV, YU. V. PRYBYTKOV, N. A. KHODOSOVSKAYA, OJSC «BSW – Management Company of the Holding «BMC», Zhlobin, Gomel region, Belarus. 37, Promyshlennaya Str.  
E-mail: nl.icm@bmz.gomel.by

One of the important tasks is to deliver to the consumer a calibrated high-quality metal in a saleable condition, which requires protection from atmospheric corrosion and adverse climatic factors, protection from contamination and mechanical damage for the period of transportation to the consumer by motor transport, and storage at intermediate warehouses before going into production. A comprehensive system approach is needed to preserve the quality and appearance of the products on the way from the manufacturer to the consumer. The use of modern packaging materials, such as paper with corrosion inhibitor and polypropylene fabric reinforcement, will allow to obtain permanent guaranteed protection of the rolled surface and expands the possibilities of transportation and sales markets of metal products. The testing stage of the corrosion inhibitor included the determination of its protective properties. It is established that the advantage of packaging of rolled products in anticorrosive paper is that it, combining the functions of packaging means and means of preservation, allows you to completely abandon the expensive and time-consuming preservation of metal products with oils and greases. The use of a volatile corrosion inhibitor in the composition of the paper provides full protection of rolled products.

**Keywords.** Calibrated rolled products, machining, atmospheric corrosion, metal surface, paper with volatile corrosion inhibitor; polypropylene fabric, paper reinforcement, rolled surface protection.

**For citation.** Kovaleva I. A., Bazuyev I. V., Prybytkov Yu. V., Khodosovskaya N. A. Ensuring the safety of the surface of calibrated rolled products in the conditions of small-grade wire mill 370/150 OJSC «BSW – Management Company of the Holding «BMC». Foundry production and metallurgy, 2019, no. 4, pp. 53–57. <https://doi.org/10.21122/1683-6065-2019-4-53-57>.

Современные металлообрабатывающие производства, оснащенные автоматическими линиями и обрабатывающими многофункциональными центрами, используют калиброванный прокат со специальной отделкой поверхности. Подобная отделка поверхности необходима для того, чтобы удалить дефектный и обезуглероженный слой с поверхности круглого горячекатаного проката, а также для того, чтобы получить необходимый диаметр проката с высокими требованиями по точности. Использование сортового металлопроката данной разновидности позволяет сэкономить на подготовительной механической обработке и увеличить эксплуатационный срок оборудования.

ОАО «БМЗ – управляющая компания холдинга «БМК» уделяет пристальное внимание постоянному совершенствованию качества выпускаемой продукции, освоению новых ее видов и стремлению соответствовать самым высоким запросам потребителей. Для реализации этих требований на заводе функционирует система менеджмента качества, которая соответствует требованиям международных стандартов ISO 9001, ISO 14001, OHSAS 18001, ISO 50001, ISO 26000, SA 8000, BES 6001+ SCS, ISO 27001 и отраслевым требованиям автомобильной и нефтегазовой промышленности IATF 16949, API spec Q1.

Одним из новых видов продукции, выпускаемых на ОАО «БМЗ – управляющая компания холдинга «БМК», является обточенный горячекатаный прокат с диапазоном диаметров 20–80 мм. Операция по обработке проката проводится на современной бесцентрово-токарной линии PUR-100 и двухвалковой правильно-полировальной машине. Точность изготовления продукции по квалитетам h11, h10, h9 и качество обработки поверхности – группы «А, В, Г, Д».

Одной из важных задач является доставка потребителю калиброванного металлопроката в качественном товарном состоянии, для чего необходима защита его от атмосферной коррозии, неблагоприятного воздействия климатических факторов, предохранение от загрязнений и механических повреждений на период транспортирования, а также хранение на промежуточных складах перед запуском в производство. Необходим комплексный системный подход, позволяющий сохранить качество и внешний вид выпускаемой продукции на пути от производителя к потребителю.

Поэтому улучшение защиты от коррозии выпускаемого калиброванного проката стало актуальной задачей, которую предстояло решить в кратчайшие сроки. Одним из первых и значимых шагов в этом направлении, прежде всего, стал поиск и подбор нового консервационного смазочного материала, оптимально обеспечивающего защиту металла от коррозии.

В металлургической промышленности часто воздух загрязнен твердыми мелкодисперсными активными либо пассивными частицами. Они могут действовать как депассиваторы, комплексообразователи, увеличивать электропроводность пленки влаги и поглощательную способность (гигроскопичность) продуктов коррозии, облегчать капиллярную конденсацию влаги. При временном хранении и транспортировке в атмосфере встречаются такие твердые частицы, как  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{NaCl}$ ,  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ , частицы угля, различные соединения углерода, оксиды металлов и др. Эти вещества в виде твердых частиц или пыли контактируют с влажной поверхностью металла, образуют гальванические элементы, интенсифицируя процесс коррозии. Поэтому незапыленный воздух гораздо менее активен, чем загрязненная различными частицами атмосфера\*.

На рис. 1 представлен пакет проката с повреждением поверхности прутков атмосферной коррозией при хранении и транспортировке.

Для обеспечения сохранности поверхности проката ОАО «БМЗ – управляющая компания холдинга «БМК» применяет несколько методов защиты:

- защита поверхности проката масляными антикоррозионными составами и упаковка в стрейч-пленку;
- упаковка в стрейч-пленку.

Защита поверхности проката масляными антикоррозионными составами (на основе сильноосновных нефтяных сульфанатов кальция) выполняется при помощи ручного пневматического распылителя. Данный метод позволяет использовать широкий ассортимент антикоррозионных средств, имеющих различные гарантированные сроки защиты поверхности проката, а также дает возможность наносить антикоррозионные составы в зависимости от требований потребителя.

Основной недостаток этого метода – трудоемкость процесса и сложность ведения контроля целостности покрытия. Для равномерного нанесения состава на поверхность прутка требуется организация рабочего места с возможностью поворачивания прутка, а также дополнительное оборудование для

\* Все о коррозии. Техническая брошюра [электронный ресурс]–Режим доступа: <https://www.okorrozii.com/component/k2/content/uncategorised.html>

удаления газовой смеси из зоны нанесения. Упаковка в стрейч-пленку проводится по причине загрязненности воздуха твердыми мелкодисперсными активными либо пассивными частицами.

Хотя известно множество средств защиты проката от коррозии, проблема разработки эффективного и доступного ингибитора остается актуальной. Одним из новых методов упаковки, ранее не применяемом на ОАО «БМЗ – управляющая компания холдинга «БМК», стал метод упаковки в бумагу, пропитанную летучим ингибитором коррозии.

Упаковка представляет собой целлюлозную бумагу с пропиткой, армированную с внешней стороны полипропиленовой тканью. Данный тип упаковки является перспективным ввиду того, что для его использования достаточно одной упаковочной машины. На рис. 2 показан образец упаковочного материала.

Принцип работы защитной упаковки заключается в испарении ингибитора коррозии из бумаги. За счет полярной ориентации ингибиторы коррозии притягиваются поверхностью металла и адсорбируются на его поверхности (рис. 3).

Молекулы контактного летучего ингибитора коррозии (КЛИК) формируют на поверхности металла невидимую молекулярную пленку толщиной от 3 до 5 молекул. Этот слой молекул пассивирует поверхность металла и создает барьер, который предотвращает окисление. При этом для обеспечения защиты не требуется герметичность упаковки. Достаточно иметь плотную упаковку, гарантирующую защиту от свободного проникновения воздуха и прямого попадания влаги. Упаковка позволяет хранить и транспортировать металлические изделия длительное время без каких-либо дополнительных затрат на консервацию. Когда упаковка открывается и металлические изделия извлекаются из нее, защитный слой исчезает в течение нескольких часов. При этом изделия из металла будут чистыми, сухими и не будут иметь следов коррозии, т. е. будут готовы к немедленному использованию. Для работы с изделиями не требуется никаких дополнительных операций по мойке, удалению коррозии механическим или химическим способом. В силу того что молекулы КЛИК обладают летучестью, они проникают в труднодоступные места металлических изделий сложной формы. Молекулы адсорбируются на поверхности металла до тех пор, пока не будет сформирован необходимый защитный слой. Химические компоненты КЛИК обладают хорошей летучестью и способностью создавать крепкие адсорбционно-химические связи, что



Рис. 1. Внешний вид проката при попадании атмосферной влаги на поверхность

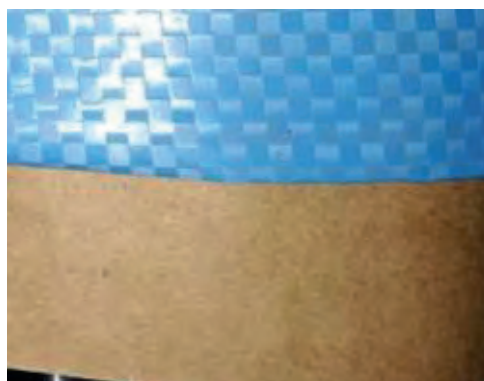


Рис. 2. Бумага из натуральной целлюлозы, пропитанная летучим ингибитором коррозии с внешним защитным слоем из полипропиленовой ткани

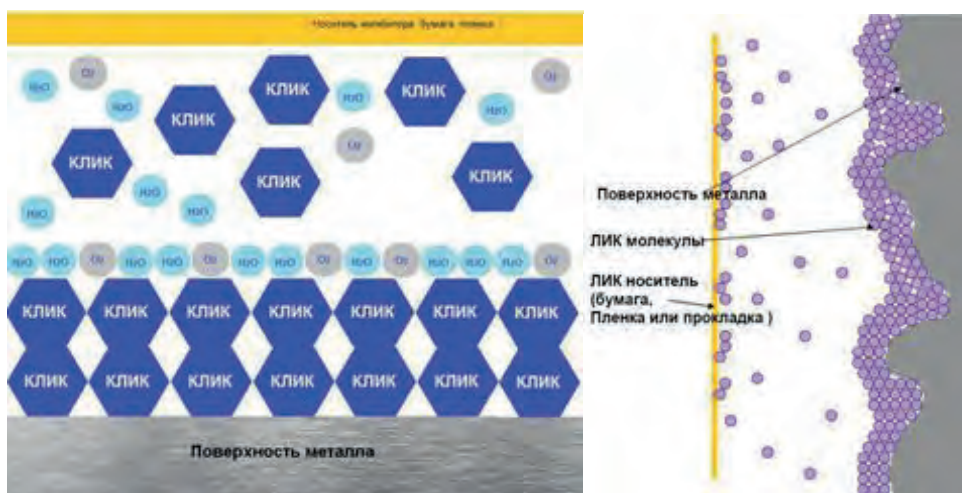


Рис. 3. Схема работы молекул контактного летучего ингибитора коррозии (КЛИК)



Рис. 4. Образцы проката с опытными покрытиями

позволяет при упаковке металла создавать в контактной форме на поверхности металла защитный молекулярный слой, который служит барьером, предохраняющим поверхность металла от воздействия влажности, ионов соли, кислорода и других коррозионных поражений металла, происходящих за счет воздействия на поверхность металла этих вредных факторов. Защитный слой в контактной форме постоянно «подкачивается» новыми ингибиторами, непрерывно испаряющимися из носителя. Благодаря непрерывной «подкачке» существует возможность многократно открывать упаковку для извлечения отдельных изделий и вновь закрывать ее без нарушения защиты оставшихся внутри металлоизделий\*.

**Испытание упаковочных материалов в камере искусственного климата 2Х-5655-СН**

Для предварительной оценки защитных свойств упаковочных материалов были подготовлены четыре образца обточенных прутков длиной 15 см и диаметром 32 мм.

Все образцы помещали в камеру искусственного климата 2Х-5655-СН. По разработанной программе в камере искусственного климата проводили ускоренные методы испытаний, имитирующие атмосферные условия. Образцы упакованных прутков показаны на рис. 4.

По истечении заданного периода образцы были извлечены и проведен осмотр на наличие следов коррозии на их поверхности. Результаты осмотра образцов приведены в таблице.

После получения положительных результатов испытания образцов проката с потребителем была согласована упаковка пакетов готовой продукции по аналогии с образцом № 1 (см. таблицу).

**Результаты осмотра образцов**

Номер образца	Упаковочный материал	Осмотр коррозии на поверхности образцов
1	Бумага, пропитанная летучим ингибитором коррозии с внешним защитным слоем из полипропиленовой ткани и герметично стянутая стрейч-пленкой	Коррозия не обнаружена
2	Без покрытия	Следы атмосферной коррозии на всей поверхности образцов.
3	Бумага с летучим ингибитором коррозии и стрейч-пленкой	Коррозия не обнаружена
4	Стрейч-пленка	Выявлены очаги коррозии

**Промышленные испытания упаковочных материалов**

Для проведения промышленных испытаний упаковочного материала были подготовлены прутки из стали S355J2 в количестве 20 шт. диаметром 70,1 мм. После формирования двух пакетов и обвязки их стальными лентами прутки были переданы на линию упаковки. В упаковочную машину была установлена катушка с упаковочной бумагой, пропитанной летучим ингибитором коррозии с внешним защитным слоем из полипропиленовой ткани. Первый защитный слой укладывали с шагом нахлеста 10 см, что позволило сделать герметичное соединение слоев бумаги и обеспечило ее плотное прилегание к пруткам. После упаковки первым слоем на торцы одели мешки-пакеты для обеспечения герметичности упаковки. Вторым слоем упаковывали в стрейч-пленку, которая обеспечила герметичность и защиту от попадания осадков (рис. 5).

Исследование поверхности проката после промышленных испытаний защитных покрытий показало отличные результаты по упаковке металла в бумагу, пропитанную летучим ингибитором коррозии. Достигнута полная защита металла.

Установлено, что достоинство упаковки обточенного проката в бумагу с летучими ингибиторами коррозии заключается в том, что она, совмещая в себе функции упаковочного средства и средства консервации, позволяет полностью отказаться от дорогостоящей и трудоемкой консервации металлоизделий маслами и консистентными смазками. Использование в составе бумаги летучего ингибитора коррозии обеспечивает полную защиту проката, надежную и эффективную защиту металлопродукции

\* Защитные упаковочные материалы и составы. Техническая брошюра [электронный ресурс]—Режим доступа: <http://tangsimaru/kak-rabotayut-klik>



Рис. 5. Упаковка проката опытным материалом с летучим ингибитором коррозии

от коррозии. Применение полипропиленовой ткани в составе упаковочного материала обеспечивает высокую прочность, устойчивость к проколам и целостность упаковки во время проведения погрузочно-разгрузочных работ.

Таким образом, использование упаковочной бумаги, пропитанной летучим ингибитором коррозии с внешним защитным слоем из полипропиленовой ткани в условиях мелкосортно-проволочного стана 370/150 на ОАО «БМЗ – управляющая компания холдинга «БМК», позволило обеспечить защиту поверхности горячекатаного обточенного проката от коррозии при длительном хранении (до года) при сложных климатических условиях.