



В. С. Бычковский, Н. Г. Филиппенко, С. И. Попов, А. С. Попов

Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, Российская Федерация

Дата поступления: 25 мая 2018 г.

ТЕРМОВАКУУМНОЕ НАНЕСЕНИЕ САМОСМАЗЫВАЮЩИХСЯ ПОКРЫТИЙ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ УЗЛОВ ТРЕНИЯ МАШИН И МЕХАНИЗМОВ ТРАНСПОРТНОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ

Аннотация. В данной работе представлен подробный обзор темы маслonaполнения полимерных материалов с целью дальнейших исследований методов маслonaполнения. В связи с тем, что производство изделий из полимеров – один из инновационных секторов, к которому современная промышленность проявляет все больший интерес, создание пластмасс с необходимыми свойствами – актуальнейшая задача. По существующим методам маслonaполнения полимерных и композитных антифрикционных материалов рассматриваются методы добавления масла непосредственно в раствор полимера и выдерживание в масле при различных условиях. Для нагрева и сушки применяются в основном электрические колебания промышленной частоты (индуктивный нагрев), радиоволны высоких и сверхвысоких частот (диэлектрический нагрев) и инфракрасное излучение (инфракрасный нагрев). Известно, что наиболее эффективным способом нагрева полимеров является диэлектрический нагрев. В связи с этим для проведения экспериментальных исследований по термовакуумному маслonaполнению авторами была модернизирована экспериментальная установка, за основу которой было взято промышленное оборудование ВЧ-обработки, затронуты основы и теория сварки нагрева и родственных процессов. При определенных условиях обработки была обоснована и определена взаимосвязь анодного тока с изменяемыми в процессе обработки электрофизическими параметрами полимерного материала на основе уравнения высокочастотного нагрева. В ходе проведенного обзора были выявлены достоинства и недостатки существующих способов маслonaполнения, определена цель и поставлены задачи дальнейших исследований.

Ключевые слова: полимеры, маслonaполнение, способы маслonaполнения, ВЧ-обработка, сварка нагрева и родственных процессы, автоматизация.

V. S. Bychkovsky, N. G. Filippenko, S. I. Popov, A. S. Popov

Irkutsk State Transport University, Irkutsk, the Russian Federation

Received: May 25, 2018

THERMAL-VACUUM APPLICATION OF SELF-LUBRICATING COATINGS OF POLYMERIC MATERIALS OF FRICTION UNITS OF MACHINES AND MECHANISMS IN TRANSPORT ENGINEERING

Abstract. This paper presents a detailed overview of the topic concerning the oil-filling of polymeric materials for further research of the oil-filling methods. Since the production of polymer products is one of the innovative sectors to which the modern industry is showing increasing interest, therefore, the creation of plastics with the necessary properties is an urgent task. According to the existing methods of oil-filling of polymer and composite antifriction materials, the methods of adding oil directly into the polymer solution and keeping it in oil under different conditions are considered. For heating and drying, electric oscillations of industrial frequency (inductive heating), radio waves of high and ultrahigh frequencies (dielectric heating) and infrared radiation (infrared heating) are mainly used. It is known that the most effective way of heating polymers is dielectric heating. In this regard, in order to carry out experimental studies on thermal vacuum oil-filling, the authors upgraded the experimental plant, which was based on industrial equipment of HF-processing, touched upon the basics and theory of heating welding and related processes. Under certain processing conditions, the interrelation of the anode current with the electrophysical parameters of the polymer material changed during the processing on the basis of the high-frequency heating equation was justified and determined. In the course of the review the advantages and disadvantages of the existing methods of oil-filling were determined, the purpose and objectives of further research were defined.

Keywords: polymers, oil-filling, methods of oil-filling, HF-processing, welding, heating and related processes, automation.

Введение

Для увеличения прочностных свойств полимеров в условиях обеднённой смазки сопрягаемых деталей (сухой старт) создаются маслonaполненные полимерные и композиционные материалы. Добавка жидкостей, тепловых пластификаторов, частично заполняющих пространство между полимерными цепями, облегчает их движение и улучшает гибкость.

Исследования показали, что при реализации технологических процессов маслonaполнения встает вопрос об обеспечении избирательного нагрева наполняемого полимерного образца, не воздействующее на заполняющее вещество (масло) и наоборот.

Существующее оборудование для маслonaполнения полимерных и композитных антифрик-



ционных материалов различают по методам маслonaполнения:

- добавление масла непосредственно в раствор полимера;
- выдерживание в масле при различных условиях.

В основу омасления положен общеизвестный факт гигроскопичности большинства полимерных материалов [1]. Некоторые группы полимеров способны поглощать до 10 % влаги.

Экспериментальные данные гигроскопичности полимеров представлены на графике (рис. 1).

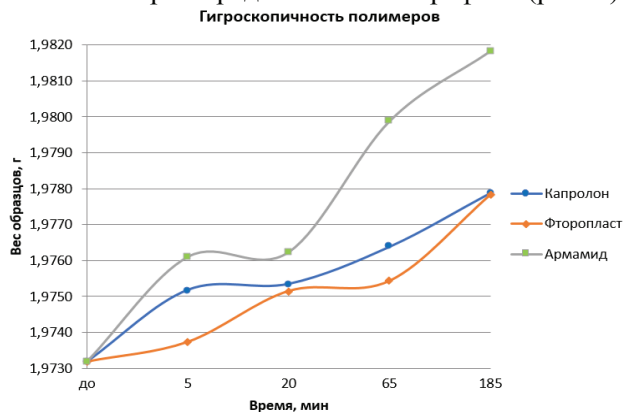


Рис. 1. График гигроскопичности полимерных и композитных антифрикционных материалов

Добавление масла непосредственно в раствор полимера

Один из основных и наиболее распространенный способ масляного наполнения раствора полимеров был разработан японскими авторами: Морино Кацуаки, Аояма Торуо, Фуруити Минору, Маеда Масаки, Окада Коудзи, Коудзина Дзундзи [2].

Авторы данной методики разработали новый маслonaполненный 1,2-полибутадиен, обладающий функциями, характерными для обычного 1,2-полибутадиена, с отличительными свойствами по износостойкости, текучести (технологичности), возможности окрашиваться (высокая точность изображения), гибкости и способности к прикреплению. В качестве масляных наполнителей были использованы ароматические масляные наполнители, нефтяные масляные наполнители и парафиновые масляные наполнители.

Достоинством данной технологии является равномерно распределенная смазка внутри материала, обеспечивающая постоянную работу в период всего срока службы изделия, уменьшающая износ, улучшающая фрикционные свойства при абразивном износе. Смазка не высыхает, не удаляется при механической обработке или трении и не нуждается в пополнении. Однако при введении

масел происходит «тонкослойная» пластификация полимера, приводящая к повышению эластичности и текучести полимера.

Выдерживание печатных форм в наполнителе при нормальных условиях

Наибольшее распространение получила технология нанесения полимеров непосредственно на готовое изделие, а именно специальной резины [3]. Для флеш-технологии необходима термочувствительная пористая резина. В процессе изготовления штампа или печатной формы некоторые поры резины запекают. На запекаемую поверхность накладывают трафарет из специальной светочувствительной углеродной пленки. Световая энергия лампы-вспышки преобразуется в тепловую энергию (70-75 °С) и создает на резине печатающую поверхность позитивного изображения. При поглощении света лампы углеродная пленка нагревается и при контакте с поверхностью резины запекает ее поры. Находящиеся под изображением поры остаются открытыми и используются для заполнения печатной краской.

Для полного насыщения резины необходимо 1-2 часа, но в случае нагрева красящего вещества до температуры 30-35 °С время заполнения можно сократить в несколько раз. Время насыщения формы или штампа определяется эмпирически.

Процесс изготовления включает 5 этапов:

1. Вывод оригинал-макета (позитив).
2. Монтаж заготовки на флеш-установке.
3. Засветка.
4. Монтаж клише в оснастку.
5. Наполнение краской.

Штампы, изготовленные при помощи флеш-технологии, имеют ряд преимуществ. На печатающей поверхности нет выступающих частей, которые могут изнашиваться и крошиться, не нужна постоянная подача краски. Количество оттисков, получаемых после одной заправки, может составлять 5-8 тысяч, после чего форму можно повторно заправлять. Можно получить многоцветные штампы, т. е. использовать одновременно различные красящие вещества, отличающиеся как по химическому, физическому составу (различные размеры красящего пигмента), так и по электротермическому (ВЧ-обработка).

Жидкофазное наполнение полимеров и композитов на их основе моторными маслами

Авторами [4] на основе флеш-технологии была разработана технология жидкофазного наполнения полимеров и композитов на их основе моторными маслами.



Для проведения экспериментальных исследований по термовакуумному маслonaполнению полимеров и композитных антифрикционных материалов авторами была модернизирована экспериментальная установка, за основу которой было взято промышленное оборудование модели AZ pre-ink N2, предназначенное для изготовления красконаполненных флеш-клише. Схема экспериментальной установки представлена на рис. 2.

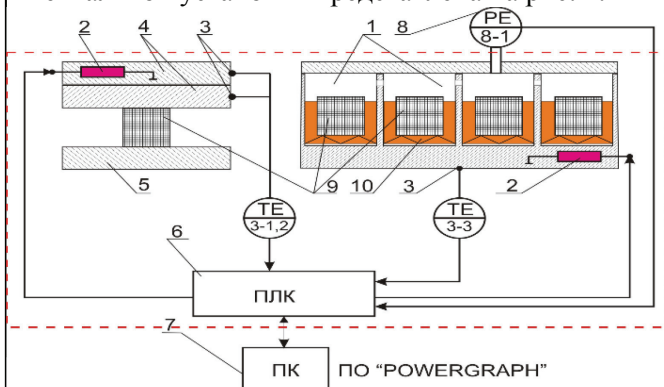


Рис. 2. Экспериментальная установка:

- 1 – вакуумная камера; 2 – нагреватель; 3 – термопара;
4 – плиты установочные; 5 – плита прессовая;
6 – микроконтроллер; 7 – компьютер; 8 – датчик вакуума; 9 – образец; 10 – антифрикционная жидкость

Но необходимо отметить, что данная технология не позволяет в процессе транспортировки или хранения изделий на складе исключить вытекание масляного наполнителя из открытых пор материала. Также термовакуумный способ нагрева полимерного материала не гарантирует равномерный и избирательный нагрев.

Нагрев полимерных материалов и нагрев масляного наполнителя с целью понижения его вязкости ВЧ-обработкой

Для нагрева и сушки применяются в основном электрические колебания промышленной частоты (индуктивный нагрев), радиоволны высоких и сверхвысоких частот (диэлектрический нагрев) и инфракрасное излучение (инфракрасный нагрев).

Известно, что наиболее эффективным способом нагрева полимеров является диэлектрический нагрев. При ВЧ-сушке полимеров основной движущей силой влаги является избыточное давление, которое образуется при испарении этой же влаги.

Нельзя не отметить, что в процессе электротермической обработки на систему ВЧ-генератор – технологическое устройство воздействуют ряд внешних и внутренних факторов, не позволяющих режиму работы оставаться постоянным. Вот основные из них [1]:

а) изделия, заготовки из полимерных материалов представляют собой, как правило, геометрически сложную конструкцию, а состав полимеров имеет многокомпонентную структуру. Изменения электрофизических параметров изделий в процессе транспортировки, хранения, эксплуатации могут достигать нескольких процентов;

б) в процессе ВЧ-воздействия электрофизические параметры материала меняются в зависимости от частоты и температуры [5, 6], что соответствует выражению (1):

$$\varepsilon'' = F(T), \quad \varepsilon'' = F(f), \quad (1)$$

где $\varepsilon'' = \varepsilon' \cdot \operatorname{tg} \delta$ – фактор диэлектрических потерь;

в) в процессе увеличения нагрузки ВЧ-генератора, происходят изменения его частотных характеристик на $\pm 0,6\%$ [7];

г) в процессе поставки электрической энергии ГОСТ устанавливает нормы качества, показатели которых могут изменяться до 10 %, а показатель по времени провала напряжения может достигать 30 сек. [7], что сравнимо с полным циклом ВЧ-технологической обработки;

д) температура плавления (переход в вязкотекучее состояние) для полимерных материалов не является величиной постоянной [8-10].

Тем не менее в работе [1, 9] было обосновано и определена взаимосвязь анодного тока с изменяемыми в процессе обработки электрофизическими параметрами полимерного материала на основе уравнения высокочастотного нагрева (2):

$$I_a = \frac{4 \times \pi \times \varepsilon_o \times \varepsilon''(T) \times E \times U}{\gamma \times d^2} \dots \quad (2)$$

Авторами был сделан вывод, что изменение физико-химического (фазового) состояния обрабатываемого материала можно проследить по динамике изменения фактора диэлектрических потерь $\varepsilon'' = f(T)$. Отсюда, контроль электрофизических параметров полимерного материала в процессе ВЧ-обработки можно обоснованно осуществлять по единственному параметру работы электротермического оборудования – анодному току I_a (рис. 3).

Анализ полученных данных показал характерные изменения анодного тока в зависимости от температуры исследуемого образца. Анализ графика 4 [11] показывает, изменение фазового состояния образцов (начало плавления) соответствует первому минимуму значений анодного тока.

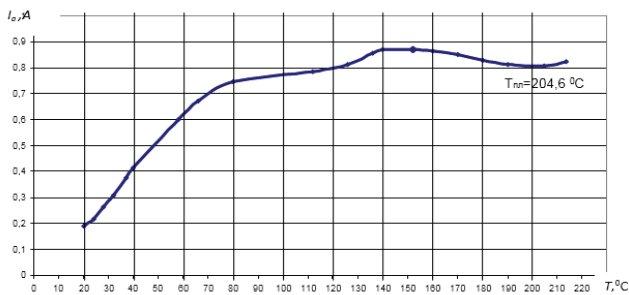


Рис. 3. Амперметрическая зависимость фазового превращения полиамида

В ходе исследования разработана методика управления ВЧ-обработкой полимерных материалов. Как было указано [11], единственным контролируемым параметром ВЧ-обработки является начальный момент фазового перехода, что справедливо и для процесса ВЧ-сушки.

Согласно принятому решению, весь технологический процесс ВЧ-обработки был представлен в виде совокупности следующих этапов сушки:

1. Этап «акклиматизации», характеризующийся плавным увеличением напряженности ВЧ-поля, сопровождается выгоранием посторонних поверхностных включений.

2. Этап выхода на начало «размораживания сегментальных связей», соответствующий достижению первого максимума анодного тока и температуре, составляющей примерно 90 % от $T_{пл}$.

3. Стабилизация процесса ВЧ-сушки на 90 % от $T_{пл}$ (циклическим регулированием в автоматическом режиме мощности воздействия), с непрерывным контролем развития пробоя.

4. В момент окончания времени сушки процесс обработки прекращается.

Авторами [11] разработана методика управления электротермическим процессом:

- подготовительная обработка изделия непосредственно в процессе ВЧ-воздействия (с целью последующей интенсификации процесса обработки);

- определение фазового состояния обрабатываемого полимера (методом сравнительного анализа мгновенных изменений анодного тока);

- долгосрочное определение предпробойного состояния по показателю интенсивности (времени возникновения) частичных разрядов;

- организация процесса регулирования, исходя из условий максимальной энергоэффективности.

Универсальность данной методики заключается в том, что для процесса ВЧ-обработки (нагрева, сушки, плавления) она применима к любому типу оборудованию и изделиям из полимерных материалов любой геометрической формы и исполнения.

Разработанная методика управления электротермическим процессом приемлема для дальнейшего исследования маслonaполнения изделий из полимерных материалов при электротермическом нагреве.

Заключение

По произведенному обзору патентных и литературных источников было выяснено, что существуют в основном два способа маслonaполнения полимеров: добавление масла в раствор и выдержка в масле при специальных условиях.

Также было определено, что: добавление масла в раствор полимерного материала имеет следующие достоинства: смазка равномерно распределена внутри материала, обеспечивает постоянную работу в период всего срока службы изделия; уменьшает износ; улучшает фрикционные свойства при абразивном износе не высыхает не удаляется при механической обработке или трении и никогда не нуждается в пополнении. Основным недостатком этого способа, повышение эластичности и текучести полимера.

Выдержка в масле при нормальных условиях имеет следующие положительные качества: повышение износостойкости и нагрузочной способности, способных обеспечить работу узлов трения в условиях отсутствия смазки; снижение коэффициента трения. Наличие отрицательных качеств указывает, что данный эффект маслonaполнения кратковременный, так как можно ввести лишь относительно небольшое количество жидкой смазки в полимер без усложнения технологии омасления, а в процессе транспортировки или хранения изделий на складе велика вероятность вытекания масляного наполнителя из открытых пор материала.

Был определен способ нагрева полимерного материала с избирательным нагревом по детали или смазывающего вещества посредством ВЧ-нагрева, а также установлен контролирующий параметр электротермического нагрева.

Исходя из изложенного, целью дальнейших исследований стала работа по разработке технологии электротермического маслonaполнения деталей, изготовленных из полимерных материалов.



Достижение данной цели возможно после решения ряда задач:

- определить типы смазок в зависимости от условий эксплуатации;
- выбрать методику маслonaполнения изделий из полимерных материалов с различной геометрией;

- разработать метод устранения утечки наполнителя из маслonaполненных полимерных деталей;

- разработать технологию электротермического маслonaполнения полимерных материалов.

Результаты работ будут опубликованы после проведенных дальнейших исследований.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Филиппенко Н. Г. Автоматизация процесса контроля фазовых состояний полимерных материалов в поле высокой частоты. Информационные системы контроля и управления в промышленности на транспорте // Н. Г. Филиппенко, А. В. Лившиц, Д. В. Буторин. – Иркутск: ИрГУПС, Институт динамики систем и теории управления СО РАН, Байкальский научный центр академии инженерных наук РФ. № 25 2014.
2. Маслonaполненный 1,2-полибутадиен, способ его получения, его композиция и формованное изделие. пат. 2266917 Япония: МПК7 C08F 36/06. Морино Кацуаки, Аояма Терио, Фуруити Минору, Маэда Масаки, Окада Коудзи, Коудзина Дзундзи; заявитель и патентообладатель Джей Эс Эр Корпорейшн; заявл. 13.02.2002; опубл. 23.02.2005.– 15 с.: ил.
3. Флеш-технология изготовления печатей и штампов [Электронный ресурс] // Штемпельная продукция и наружная реклама. Режим доступа: http://www.pechati-m.ru/technology_flash.php (дата обращения 9.10.2017)
4. Буторин Д.В. Технология маслonaполнения полимерных и композитных антифрикционных материалов / Д.В. Буторин, И.В. Чукалай, Н.Г. Филиппенко // Транспортная инфраструктура Сибирского региона: материалы Седьмой международной научно-практической конференции, посвященной 355-летию со дня основания города Иркутска, 29 марта – 01 апреля 2016 г. Иркутск: в 2 т., Т.2. – Иркутск: ИрГУПС, 2016. С. 490-495.
5. Российская государственная библиотека [ГОСТ 10589–87 Полиамид 610 литьевой. Технические условия] / Центр информ. технологий РГБ; ред. Власенко Т. В.; Web–мастер Козлова Н. В. – Электрон. дан. – М.: Рос. гос. б–ка, 2007 – Режим доступа: <http://www.rsl.ru>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.
6. Калинин Э.Л., Соковцева М. Б. Выбор пластмасс для изготовления и эксплуатации изделий. Справочное издание. – Л.: Химия, 1987. – 416 с.
7. Установка для сварки пластмасс / Завод «Промышленная электроника Габрово», // Паспорт УЗП 2500А, 412. 921.055, 1987. – 60 с.
8. Кудряшов Ю. Б., Перов Ю.Ф., Рубин А. Б. Радиационная биофизика радиочастотные и микроволновые электромагнитные излучения // Учебник для ВУЗов. – М.: Физматлит, 2008. – 184 с.
9. Юленец Ю.П., Марков А.В. Определение тангенса угла диэлектрических потерь и влагосодержания по параметрам электрического режима установки высокочастотного нагрева // Известия вузов. Приборостроение, 1997. – Т. 40. – № 5. – С. 60–65.
10. Трофимов Н.В. Математическая модель оптимального режима высокочастотной сварки пластмасс // Материалы XXII Международ. науч. конф. «Математические методы в технике и технологиях (ММТТ–21)». – Псков: Псковский гос. политехн. ин–т, 2009. – Т. 10. – Секция 11. – С.71 – 73.
11. Филиппенко Н.Г. Автоматизация управления процессом высокочастотной обработки полимерных материалов Информационные системы контроля и управления в промышленности на транспорте // Филиппенко Н. Г., Каргапольцев С. К. – Иркутск: ИрГУПС, 2012.

REFERENCES

1. Filippenko N. G., Livshits A. V., Butorin D. V. Avtomatizatsiya protsessy kontrolya fazovykh sostoyanii polimernykh materialov v pole vysokoi chasty. Informatsionnye sistemy kontrolya i upravleniya v promyshlennosti na transporte [Automation of the control of phase states of polymer materials in a high-frequency field. Information systems of control and management in the industry on transport]. Irkutsk: IrGUPS, Institute of System Dynamics and Control Theory of the SB RAS, Baikal Scientific Center of the Academy of Engineering Sciences of the Russian Federation, No. 25 2014.
2. Morino Katsuaqi, Aoyama Teruo, Furuiti Minoru, Maeda Masaki, Okada Koudzi, Koudzina Dzundzi. *Maslonapolnennyi 1,2-polibutadien, sposob ego polucheniya, ego kompozitsiya i formovannoe izdelie* [Oil-filled 1,2-polybutadiene, a process for its preparation, its composition and a molded article]. Patent Yaponiya 2266917: МПК7 C08F 36/06.; the applicant and the patent holder is JSR Corporation; applied 13.02.2002; publ. 23.02.2005, 15 p.: il.
3. Flesh-tehnologiya izgotovleniya pechatei i shtampov [Elektronnyi resurs] [Flash technology of manufacturing seals and stamps [Electronic resource]. *Shtempel'naya produktsiya i naruzhnaya reklama* [Stamp production and outdoor advertising]. Access mode: http://www.pechati-m.ru/technology_flash.php (Access date: 9.10.2017)
4. Butorin D.V., Chuklai I.V., Filippenko N.G. Tekhnologiya maslonapolneniya polimernykh i kompozitnykh antifriktsionnykh materialov [Technology of oil filling of polymeric and composite antifriction materials]. *Transportnaya infrastruktura Sibirskogo regiona: materialy Sed'moi mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, posvyashchennoi 355-letiyu so dnya osnovaniya goroda Irkutsk, 29 marta – 01 aprelya 2016 g. Irkutsk: v 2 t., T.2* [Transport infrastructure of the Siberian region: materials of the Seventh International Scientific and Practical Conference, dedicated to the 355th anniversary of the founding of the city of Irkutsk, March 29 - April 1, 2016 Irkutsk: 2 vol., Vol.2]. Irkutsk: IrGUPS Publ., 2016, pp. 490-495.
5. Rossiiskaya gosudarstvennaya biblioteka [GOST 10589–87 Poliamid 610 lit'evoi. Tekhnicheskie usloviya]. Tsentr inform. tekhnologii RGB; red. Vlasenko T. V.; Web–master Kozlova N. V. Elektron. dan. M.: Ros. gos. b–ka, 2007 Rezhim dostupa: <http://www.rsl.ru>, svobodnyi. Zagl. s ekrana. Yaz. rus., angl. [Russian state library [GOST 10589-87 Castable polyamid 610. Technical



specifications]. Centre of inform. technol. RGB; in Vlasenko T. V. (ed.). Electron. data. Moscow: Russ. state libr., 2007. Access mode: [http // www.rsl.ru](http://www.rsl.ru), free.]

6. Kalinchev E.L., Sokovtseva M. B. Vybor plastmass dlya izgotovleniya i ekspluatatsii izdelii. Spravochnoe izdanie [The choice of plastics for the manufacture and operation of products. Reference edition]. Leningrad: Khimiya Publ., 1987, 416 p.

7. Ustanovka dlya svarki plastmass. Zavod «Promyshlennaya elektronika Gabrovo» [Installation for welding of plastics. Plant Industrial Electronics Gabrovo]. *Pasport UZP 2500A, 412. 921.055*, 1987, 60 p.

8. Kudryashov Yu. B., Perov Yu.F., Rubin A. B. Radiatsionnaya biofizika radiochastotnye i mikrovolnovye elektromagnitnye izlucheniya. Uchebnik dlya VUZov [Radiation Biophysics Radio Frequency and Microwave Electromagnetic Radiations. Textbook for High Schools]. Moscow: Fizmatlit Publ., 2008, 184 p.

9. Yulenets Yu.P., Markov A.V. Opredelenie tangensa ugla dielektricheskikh poter' i vlagosoderzhaniya po parametram elektricheskogo rezhima ustanovki vysokochastotnogo nagreva [Determination of the tangent of the angle of dielectric losses and moisture content by the parameters of the electric regime of the high-frequency heating installation]. *Izvestiya vuzov. Priborostroenie [Journal of Instrument Engineering]*, 1997, Vol.40, No. 5, pp. 60–65.

10. Trofimov N.V. Matematicheskaya model' optimal'nogo rezhima vysokochastotnoi svarki plastmass [Mathematical model of the optimal regime of high-frequency welding of plastics]. *Materialy KhKhII Mezhdunarod. nauch. konf. «Matematicheskie metody v tekhnike i tekhnologiyakh (MMTT-21)» [Materials of the XXII International. sci. conf. "Mathematical methods in engineering and technology (MMTT-21)"]*. Pskov: Pskov state polytechn. inst., 2009, Vol.10, Section 11, pp. 71 – 73.

11. Filippenko N.G., Kargapol'tsev S. K. Avtomatizatsiya upravleniya protsessom vysokochastotnoi obrabotki polimernykh materialov Informatsionnye sistemy kontrolya i upravleniya v promyshlennosti na transporte [Automation of control over the process of high-frequency processing of polymeric materials. Information systems for control and management in the transport industry]. Irkutsk: IrGUPS Publ., 2012.

Информация об авторах

Authors

Бычковский Владимир Сергеевич - аспирант кафедры «Автоматизация производственных процессов», Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, e-mail: bikovskii_vs@mail.ru

Филиппенко Николай Григорьевич - к. т. н., доцент кафедры «Автоматизация производственных процессов», Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, e-mail: pentagon@mail.ru

Попов Сергей Иванович - к. т. н., доцент кафедры «Автоматизация производственных процессов», Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, e-mail: popovs@irgups.ru

Попов Александр Сергеевич - аспирант кафедры «Автоматизация производственных процессов», Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, e-mail: popovs@irgups.ru

Bychkovsky Vladimir Sergeevich – Ph.D. student, the Subdepartment of Automation of Production Processes, Irkutsk State Transport University, e-mail: bikovskii_vs@mail.ru

Filippenko Nikolay Grigoryevich – Ph.D. in Engineering Sciences, Assoc. Prof., the Subdepartment of Automation of Production Processes, Irkutsk State Transport University, e-mail: pentagon@mail.ru

Popov Sergey Ivanovich – Ph.D. in Engineering Sciences, Assoc. Prof., the Subdepartment of Automation of Production Processes, Irkutsk State Transport University, e-mail: popovs@irgups.ru

Popov Alexander Sergeevich – Ph.D. student, the Subdepartment of Automation of Production Processes, Irkutsk State Transport University, e-mail: popovs@irgups.ru

Для цитирования

For citation

Бычковский В. С. Термовакuumное нанесение самосмазывающихся покрытий полимерных материалов узлов трения машин и механизмов транспортного машиностроения / В. С. Бычковский, Н. Г. Филиппенко, С. И. Попов, А. С. Попов // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. - 2018. - Т. 58 № 2. - С. 58-63. - DOI: 10.26731/1813-9108.2018.2(58).58-63.

Bychkovskii V. S., Filippenko N. G., Popov S. I., Popov A. S. Termovakuumnoe nanesenie samosmazvayushchikhysya pokrytii polimernykh materialov uzlov treniya mashin i mekhanizmov transportnogo mashinostroeniya [Thermal-vacuum application of self-lubricating coatings of polymeric materials of friction units of machines and mechanisms in transport engineering]. *Sovremennye tekhnologii. Sistemnyi analiz. Modelirovanie [Modern technologies. System analysis. Modeling]*, 2018, Vol. 58, No. 2, pp. 58-63. DOI: 10.26731/1813-9108.2018.2(58).58-63.



УДК 656.212.5

DOI: 10.26731/1813-9108.2018.2(58).64-72

Баясгалан Даваасурэн

Служба организации перевозок УБЖД, г. Улаанбаатар, Монголия

Дата поступления: 12 марта 2018 г.

ТРАНЗИТНЫЕ ПЕРЕВОЗКИ ПРОДУКЦИИ НЕФТЕ И ГАЗОПЕРЕРАБОТКИ ЧЕРЕЗ ТЕРРИТОРИЮ МОНГОЛИИ

Аннотация. Улан-Баторская железная дорога имеет три пограничных железнодорожных перехода. С Российской Федерацией, два пограничных перехода: Соловьёвск – Эрэнцав и Наушки – Сухэ-Батор. С Китаем, один пограничный переход Замын-Ууд – Эрлян. Протяженность главного хода - 1110 км, развернутая длина составляет 1815 км. Транспортный коридор, проходящий через Монголию, является самым коротким, как по протяженности, так, по времени доставки груза. На сегодняшний день провозная способность Улан-Баторской железной дороги составляет 25 млн т в год, а пропускная способность - 14 пар поездов в сутки. Рост объемов перевозок нефти и нефтепродуктов в 2017 году составил 127 % по отношению к 2016 году. В 2017 году сократились экспортные перевозки сырой нефти в КНР на 6 % (3,1 тыс. т.), импортные перевозки нефтепродуктов из Китая - на 35 % (21,5 тыс. т.) но увеличился объем транзитных и импортных перевозок из России на 27 % (129,6 тыс. т.) и 21 % (174,5 тыс. т.) соответственно. Согласно проведенным маркетинговым исследованиям на дороге, планируется рост объема перевозок в 2018 году до 24 млн т. и до 32 млн т. в год к 2020 году. В 2020 году планируется увеличить провозную способность до 34 млн тн в год и пропускную способность до 21 пары поездов.

Ключевые слова: рост объемов перевозок, транзит, нефте продукция, план перевозок, станция, ремонт пути, организация сотрудничества железных дорог.

Bayasgalan Davaasuren

Transportation organization of the Ulan-Baatar Railway, Ulaanbaatar, Mongolia

Received: March 12, 2018

OPPORTUNITIES FOR TRANSIT OF OIL PRODUCTS AND GAS THROUGH THE TERRITORY OF MONGOLIA

Abstract. Ulan-Baatar Railway has three railway border crossings. There are two border crossings with the Russian Federation: Solov'evsk – Ereentsav and Naushki – Sukhbaatar. With China, there is one border crossing Zamen-Uud - Erlian. The length of the main railway route is 1110 km, the total length is 1815 km. The transportation corridor passing through Mongolia is the shortest, both in length and in time of delivery. Today, the carrying capacity of the Ulan-Baatar railway is 25 million tons per year, and the capacity is 14 pairs of trains per day. The growth of oil and traffic oil products transportation volumes in 2017 amounted to 127 % compared to 2016. In 2017, crude oil exports to China decreased by 6 % (3.1 thousand tons), while imports of petroleum products from China decreased by 35 % (21.5 thousand tons). But the volume of transit and import traffic from Russia increased by 27 % (129.6 thousand tons) and 21 % (174.5 thousand tons), respectively. According to the conducted marketing railway research, it is planned to increase the volume of traffic in 2018 to 24 million tons and up to 32 million tons per year by 2020. In 2020, it is planned to increase the carrying capacity to 34 million tons per year and the traffic capacity to 21 pairs of trains.

Keywords: growth of transportation volume, transit, oil products, transportation plan, station, track repair, organization of cooperation of railways.

Введение

Основную долю перевозок пассажиров и грузов (более 80 %) на территории Монголии осуществляет Улан-Баторская железная дорога. Дорога является членом Организации сотрудничества железных дорог (ОСЖД) и осуществляет международные перевозки в соответствии с международными правилами, принятыми этой организацией. На рис. 1 приведены общие характеристики Улан-Баторской железной дороги.

УБЖД имеет три пограничных железнодорожных перехода. С Российской Федерацией - два пограничных перехода: Соловьёвск – Эрэнцав и Наушки – Сухэ-Батор. С Китаем, один погранич-

ный переход Замын-Ууд – Эрлян. Протяженность главного хода составляет 1110 км, развернутая длина - 1815 км [1]. Провозная способность дороги на сегодняшний день составляет 25 млн тонн в год [2].

Организацией сотрудничества железных дорог утверждены три наиболее важных транспортных коридора перевозки грузов между Европой и Азией. Транспортный коридор, проходящий через Монголию, является самым коротким, как по протяженности, так и по времени доставки груза [3]. На рис. 2 приведен самый короткий транспортный коридор Азия - Европа.