

ВЛИЯНИЕ ВАКУУМНОЙ ПРОПИТКИ ОТХОДАМИ ПРОИЗВОДСТВА РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ НА ПРОЧНОСТЬ АНТИКОРРОЗИОННОЙ БУМАГИ

В.В. БЫКОВ, *проф., МГУЛ, д-р. техн. наук*⁽¹⁾,
М.И. ГОЛУБЕВ, *доц., МГУЛ, канд. техн. наук*⁽¹⁾,
И.В. ГЛЕБОВ, *асп., МГУЛ*⁽¹⁾

bykov@mgul.ac.ru, golubev@mgul.ac.ru, glebov@mgul.ac.ru

⁽¹⁾ФГБОУ ВПО «Московский государственный университет леса»
141005, Московская обл., г. Мытищи-5, ул. 1-я институтская, д. 1, МГУЛ

Эффективность использования лесохозяйственной и лесозаготовительной техники во многом зависит от ее эксплуатационной надежности. Из-за отказов повышаются непроизводительные простои, увеличиваются затраты на ремонт машин. Каждый год ремонту подвергается до 60 % парка машин и при этом до 80 % расходов тратится на запасные части. При хранении в результате воздействия влаги и перепадов температуры запасные части подвергаются коррозионным повреждениям. Для их упаковывания применяют бумагу, обработанную антикоррозионными материалами – маслом, битумом, парафином, церезином и другими. В статье предлагается для получения антикоррозионной бумаги вместо рекомендуемых ГОСТ пропитывающих составов использовать отходы производства растительных масел. Представлены результаты исследований прочности антикоррозионной бумаги, пропитанной отходами производства рапсового масла, и показано влияние вакуумной пропитки на прочность антикоррозионной бумаги. Одним из основных требований к упаковочной бумаге является исключение возможности механического повреждения деталей при хранении, которое определяется прочностью бумаги. Оценка прочности пропитанной антикоррозионными материалами бумаги служит усилие на разрыв. Для сравнения проводили испытания полосок бумаги в сухом и во влажном состоянии. Проведенные исследования показывают, что применение вакуумной камеры для пропитки упаковочной бумаги антикоррозионными материалами позволяет более чем в 2 раза повысить прочность бумаги. У бумаги, пропитанной в вакуумной камере, усилие разрыва сухого образца выше в 2,04 раза, чем у бумаги, пропитанной обычным способом, усилие разрыва влажного образца – выше в 2,16 раза.

Ключевые слова: лесохозяйственные машины, запасные части, коррозия, антикоррозионная бумага, отходы производства растительных масел, отработанные минеральные масла

Эффективность использования лесохозяйственной и лесозаготовительной техники во многом зависит от ее эксплуатационной надежности. Из-за отказов повышаются непроизводительные простои, увеличиваются затраты на ремонт машин. По данным ФГБНУ ГОСНИТИ каждый год ремонту подвергается до 60 % парка машин и при этом до 80 % расходов тратится на запасные части. При хранении в результате воздействия влаги и перепадов температуры запасные части подвергаются коррозионным повреждениям [1]. Для их упаковывания применяют бумагу, обработанную антикоррозионными материалами – маслом, битумом, парафином, церезином и другими [2–4].

Нами предложено для получения антикоррозионной бумаги вместо рекомендуемых ГОСТ пропитывающих составов на основе ингибиторов, парафина и индустриального масла использовать отходы производства растительных масел [5, 6]. Консервационные составы на основе отходов производства

растительных масел обладают высокой коррозионной стойкостью и могут эффективно использоваться для защиты от коррозии [7, 8]. Бумагу для испытаний пропитывали отходами производства рапсового масла в вакуумной камере на универсальном лабораторном стенде на кафедре материаловедения и технологии конструкционных материалов МГУЛ при давлении в 100 Мбар, температуре в камере и температуре состава 20° С. Работа стенда основана на процессе вакуумной инфузии с фильтрацией состава через пропитываемый образец [9, 10].

Стенд для пропитки (рис. 1) состоит из вакуумной камеры с крышкой со смотровым окном и мановакуумметром, кассеты для пропитки заготовок и подключенных к вакуумной камере систем подачи раствора и распределения [11].

Система подачи раствора состоит из заливочной емкости с указателем уровня жидкости и трубопровода, соединяющего заливочную емкость и пропиточную кассету,



Рис. 1. Стенд для вакуумной пропитки
Fig. 1. Stand for vacuum impregnation



Рис. 2. Разрывная машина МРБ-100
Fig. 2. Tensile-testing machine МРБ-100

находящуюся в вакуумной камере. Вакуум в камере создается при помощи вакуумного насоса. Установленный в камере нагреватель поддерживает заданную температуру в течение процесса пропитки.

Одним из основных требований к упаковочной бумаге является исключение возможности механического повреждения деталей, определяемое прочностью бумаги. Оценкой прочности пропитанной маслами бумаги служит усилие на разрыв [12, 13]. Испытания прочности бумаги проводили на разрывной машине МРБ-100 (рис. 2) в ОАО «Центральный научно-исследовательский институт бумаги» (ОАО ЦНИИБ).

Машина состоит из следующих основных узлов: маятника силы, маятника удлинения, верхнего и нижнего зажимов, привода. Маятник силы, предназначенный для нагружения испытуемого образца и представляющий собой неравноплечий рычаг, подвешен на шарикоподшипниках в верхней части стойки. Подвеска верхнего зажима на цепочке обеспечивает постоянство величины короткого плеча маятника при его повороте. На длинном плече маятника установлены храповики, фиксирующие его положения в момент разрыва испытуемого образца, указатель для

отсчета значения силы, циферблат для отсчета удлинения образца и штырь для фиксирования маятника. Для отсчета значения силы, при которой происходит разрушение образца, машина снабжена двухпоясной шкалой на циферблате.

Для проведения испытаний из оберточной бумаги вырезали прямоугольные листы, взвешивали их, пропитывали и взвешивали для определения количества масел в пропитанной бумаге. Затем из пропитанных листов бумаги вырезали полоски (рис. 3).



Рис. 3. Образцы пропитанной отработанными минеральными маслами бумаги для испытания на разрыв

Fig. 3. The samples of paper impregnated with mineral oil wastes which will undergo a tensile test

**Результаты испытаний бумаги после вакуумной пропитки
отходами производства рапсового масла (давление в камере 100 Мбар,
температура в камере и температура состава 20 °С)**

**The results of a tensile test of paper after vacuum impregnation with vegetable oil waste (with the pressure
in the chamber 100 Mbar, the temperature in the chamber and the temperature of material 20 °C)**

Способ пропитки	Масса состава, г/м ²	Усилие разрыва бумаги, Н	
		сухая	влажная
Бумага-основа	–	47,8	4,3
Вакуумная пропитка	35,1	85,7	8,2
Обычная пропитка	42,0	42,0	3,8

Прочностные свойства оценивали по усилию разрыва полосок. Полоску закрепляли в зажимах разрывной машины, нагружение с растяжением полоски проводили до разрушения. Усилие разрушения бумаги определяли как среднее арифметическое значение измерений 10 полосок. Для сравнения проводили испытания полосок бумаги во влажном состоянии.

Результаты испытаний прочности бумаги представлены в таблице.

Проведенные исследования показывают, что применение вакуумной камеры для пропитки упаковочной бумаги антикоррозионными материалами позволяет более чем в 2 раза повысить прочность бумаги. У бумаги, пропитанной в вакуумной камере, усилие разрыва сухого образца выше в 2,04 раза, чем у бумаги, пропитанной обычным способом, усилие разрыва влажного образца – выше в 2,16 раза.

Библиографический список

1. Сохраняемость и противокоррозионная защита техники в сельском хозяйстве / В.И. Черноиванов и др. – М.: ГОСНИТИ, 2010. – 266 с.
2. Антропов, Л.И. Ингибиторы коррозии металлов / Л.И. Антропов, Е.М. Макушин, В.Ф. Панасенко. – Киев: Техника, 1981. – 183 с.
3. ГОСТ 9.014-78 ЕСЗКС. Временная противокоррозионная защита изделий. Общие требования безопасности. – М.: Стандартинформ, 2005 – 43 с.
4. ГОСТ 16295-93. Бумага противокоррозионная. – М.: ИПК Издательство стандартов, 1997 – 33 с.
5. Быков, В.В. Консервационные составы из отходов для защиты лесных машин от коррозии при хранении / В.В. Быков, М.И. Голубев // Труды ГОСНИТИ. – 2012. – № 110. – С. 44–46.
6. Голубев, И.Г. Консервационные составы на основе отходов растительных масел для защиты лесных машин от коррозии при хранении / И.Г. Голубев, В.В. Быков, М.И. Голубев // Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве: материалы международной научно-практической конференции (Минск, 19–20 окт. 2011 г.): в 3 т. Т. 3. – Минск: РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», 2011. – С. 130–132.
7. Быков, В.В. Сравнительная коррозионная стойкость консервационных составов на основе отходов производства растительных масел / В.В. Быков, М.И. Голубев // Ремонт, восстановление, модернизация. – 2012. – № 7. – С. 46–48.
8. Голубев, М.И. Повышение эффективности защиты лесохозяйственных машин от коррозии при хранении / М.И. Голубев // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика: сборник научных трудов по материалам международной заочной научно-практической конференции. – Воронеж: Воронежская государственная лесотехническая академия, 2014. – С. 38–41.
9. Sayre, J.R. Vacuum-Assisted Resin Transfer Molding (VARTM) Model Development, Verification, and Process Analysis / J.R. Sayre // Dissertation of PhD in Material Engineering Science. – Blacksburg, Virginia, April 11, 2000 – 179 p.
10. Song, X. Vacuum Assisted Resin Transfer Molding (VARTM): Model Development and Verification / X. Song // Dissertation of PhD in Engineering Mechanics. – Blacksburg, Virginia, April 14, 2003 – 161 p.
11. Глебов, И.В. Универсальный лабораторный стенд для исследования процессов пропитки связующим различных типов прошивных полотен / И.В. Глебов, В.Д. Котенко // Наука и образование XXI века: сборник статей международной научно-практической конференции. 31 мая 2013 г. в 5 ч. Ч. 2. – Уфа: РИЦ БашГУ, 2013. – С. 115–118
12. ГОСТ 13525.1-79. Полуфабрикаты волокнистые, бумага и картон. Методы определения прочности на разрыв и удлинения при растяжении. – М.: Стандартинформ, 2007 – 5 с.
13. Гурьев, А.В. Практикум по технологии бумаги: учеб. пособие / А.В. Гурьев, Я.В. Казаков, В.И. Комаров и др.; под ред. В.И. Комарова. – Архангельск: АГТУ, 2001. – 112 с.

THE EFFECT OF VACUUM IMPREGNATION OF VEGETABLE OILS WASTE
ON THE STRENGTH OF ANTICORROSIVE PAPER

Bykov V.V., Prof., MSFU, Dr. Sci. (Tech.)⁽¹⁾; Golubev M.I., Assoc. Prof. MSFU, Ph.D. (Tech.)⁽¹⁾; Glebov I.V., pg. MSFU⁽¹⁾

bykov@mgul.ac.ru, golubev@mgul.ac.ru, glebov@mgul.ac.ru

⁽¹⁾Moscow State Forest University (MSFU), 1st Institutskaya street, 1, 141005, Mytischy, Moscow region, Russia

The effectiveness of the use of forestry equipment is largely dependent on its operation reliability. Due to the faults, there are increases in unproductive downtimes, in costs to repair machines. Every year nearly 60 % of machines need repairing and 80% of costs are spent on spare parts. During the storing, the spare parts are subject to corrosion as a result of moisture and temperature fluctuations. For their packaging a special paper with anticorrosive materials (oil, bitumen, paraffin, ceresin and others) is used. To obtain anticorrosive paper the article proposes to use vegetable oil waste instead of the impregnating compositions recommended by the standard. The results of the research of strength of anticorrosive paper impregnated with rapeseed oil waste are presented, and the influence of vacuum impregnation on the strength of anticorrosive paper is demonstrated. One of the main requirements to the wrapping paper is the elimination of the possibility of mechanical damage of the spare parts during the storage, which is dependent on the strength of the paper. The evaluation of the strength of paper impregnated with anticorrosive materials is shown by a tensile test. For the comparison, dry and wet paper strips have been tested. The research has shown that the use of the vacuum chamber to impregnate the wrapping paper with anticorrosive materials allows to increase paper strength more in more than 2 times. The paper impregnated in the vacuum chamber had the result 2.04 times higher than the paper impregnated by a conventional method. The result in case of wet paper was 2.16 times higher.

Keywords: forestry machinery, spare parts, corrosion, anticorrosive paper, vegetable oil waste, used mineral oils

References

1. Chernouvanov V.I., Severnyy A.E., Zazulya A.N., Prokhorenkov V.D., Petrashev A.I., Knyazeva L.G., Vigdorovich V.I. *Sokhranyaemost' i protivokorroziionnaya zashchita tekhniki v sel'skom khozyaystve* [Persistence and corrosion protection technology in agriculture]. Moscow, GOSNITI, 2010, 266 p.
2. Antropov L.I., Makushin E.M., Panasenkov V.F. *Inhibitory korrozii metallov* [Corrosion inhibitors]. Kiev, Tekhnika, 1981, 183 p.
3. GOST 9.014-78. *ESZKS. Vremennaya protivokorroziionnaya zashchita izdeliy. Obshchie trebovaniya bezopasnosti* [State Standard 9.014-78. Uniform system of protection against corrosion and aging. Temporary corrosion protection products. General safety requirements]. Moscow, Standartinform Publ., 2005. 43 p.
4. GOST 16295-93. *Bumaga protivokorroziionnaya* [State Standard 16295-93. Anticorrosive paper]. Moscow, IPC Standards Publ., 1997. 33 p.
5. Bykov V.V., Golubev M.I. *Konservatsionnye sostavy iz otkhodov dlya zashchity lesnykh mashin ot korrozii pri khraneni* [Rust compounds from waste to protect forest machines from corrosion during storage]. *Trudy GOSNITI* [Proceedings GOSNITI], 2012, no 110, pp. 44-46.
6. Golubev I.G., Bykov V.V., Golubev M.I. *Konservatsionnye sostavy na osnove otkhodov rastitel'nykh masel dlya zashchity lesnykh mashin ot korrozii pri khraneni* [Rust structures on the basis of waste oils to protect the forest machines from corrosion during storage]. *Nauchno-tekhnicheskii progress v sel'skokhozyaystvennom proizvodstve : materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii (Minsk, 19-20 okt. 2011 g.)* [Scientific and technological progress in agriculture: International scientific-practical conference (Minsk, October 19-20. 2011)]. Minsk: RUE «SPC NAS of Belarus for agricultural mechanization», 2011. pp. 130-132.
7. Bykov V.V., Golubev M.I. *Sravnitel'naya korrozionnaya stoykost' konservatsionnykh sostavov na osnove otkhodov proizvodstva rastitel'nykh masel* [Comparative corrosion resistance conservation structures on the basis of waste vegetable oils]. *Remont, vosstanovlenie, modernizatsiya* [Repair, restoration, modernization], 2012, no 7, pp. 46-48.
8. Golubev M.I. *Povyshenie effektivnosti zashchity lesokhozyaystvennykh mashin ot korrozii pri khraneni* [Improving the protection of forest machines from corrosion during storage]. *Aktual'nye napravleniya nauchnykh issledovaniy XXI veka: teoriya i praktika : sbornik nauchnykh trudov po materialam mezhdunarodnoy zaachnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Recent research trends of the XXI century: Theory and Practice: Proceedings of the Materials International correspondence scientific-practical conference]. Voronezh, Voronezh State Academy of Forestry, 2014, pp. 38-41.
9. Sayre J.R. *Vacuum-Assisted Resin Transfer Molding (VARTM) Model Development, Verification, and Process Analysis*. Dissertation of PhD in Material Engineering Science. Blacksburg, Virginia, April 11, 2000. 179 p.
10. Song X. *Vacuum Assisted Resin Transfer Molding (VARTM): Model Development and Verification*. Dissertation of PhD in Engineering Mechanics. Blacksburg, Virginia, April 14, 2003. 161 p.
11. Glebov I.V., Kotenko V.D. *Universal'nyy laboratornyy stand dlya issledovaniya protsessov propitki svyazuyushchim razlichnykh tipov proshivnykh poloten* [Universal laboratory stand for research of processes of impregnation connecting different types of piercing blades]. *Nauka i obrazovanie XXI veka: sbornik statey mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. 31 maya 2013 g.* [Science and Education of the XXI century: a collection of articles of the international scientific-practical conference. May 31, 2013]. Ufa, RITs BashGU, 2013, pp. 115-118.
12. GOST 13525.1-79. *Polufabrikaty voloknistye, bumaga i karton. Metody opredeleniya prochnosti na razryv i udlineniya pri rastyazhenii* [State Standard 13525.1-79. Semi-finished fiber, paper and cardboard. Methods for determination of tensile strength and tensile elongation]. Moscow, Standartinform Publ., 2007. 5 p.
13. Gur'ev A.V., Kazakov Ya.V., Komarov V.I., Khovanskiy V.V. *Praktikum po tekhnologii bumagi* [Workshop on Paper Technology]. Arkhangelsk, AGTU, 2001, 112 p.