

ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ТВЕРДОСТИ ПОЛИУРЕТАНОВЫХ ПОКРЫТИЙ ПРЕССОВЫХ ВАЛОВ ПРИ ИЗМЕНЕНИИ ТЕМПЕРАТУРЫ

Королев А. В.¹, Воронцов С. В.², Санников А. А.¹

¹ФГБОУ ВПО «Уральский государственный лесотехнический университет», Екатеринбург, Россия (620100, Екатеринбург, Сибирский тракт, 37), e-mail: general@usfeu.ru

²ООО НПП «Уником-Сервис», Первоуральск, Россия (623112, Свердловская область, г. Первоуральск, Московское шоссе, 3 км), e-mail: info@unikom-service.ru

Полиуретановые покрытия широко применяются на валах бумагоделательных машин. В процессе работы покрытия валов подвергаются воздействию высоких температур. Воздействие высоких температур даже на протяжении короткого времени приводит к уменьшению прочностных качеств покрытий и соединения «металл-полимер», а также к изменению технологических параметров производства бумаги – изменению площади контакта валов. При изготовлении и эксплуатации покрытия важно знать, как оно ведет себя в этих условиях. Чтобы при изготовлении учесть этот факт и выбрать материал с наилучшими физико-механическими характеристиками, а при эксплуатации назначить требуемые параметры режима работы. Для этого необходимо исследовать, как изменяется твердость при увеличении температуры. В статье описываются экспериментальные исследования по определению твердости в интервале температур от +20 °С до +120 °С, проводится анализ полученных данных, приводятся рекомендации по выбору покрытий.

Ключевые слова: покрытия, полиуретан, твердость покрытия, прессовая часть, метод Шора.

THE RESEARCH OF CHANGE IN HARDNESS OF THE PRESS ROLL COATINGS OF POLYURETANE UNDER CHANGES IN TEMPERATURE

Korolev A. V.¹, Vorontsov S. V.², Sannikov A. A.¹

¹The Ural state forest engineering university, Yekaterinburg, Russia (620100, Yekaterinburg, street Siberian Route, 37), e-mail: general@usfeu.ru

²The research-and-production enterprise «Unikom-Service, Ltd», Pervouralsk, Russia (623112, Yekaterinburg region, Pervouralsk, Moscow highway st., 3 km), e-mail: info@unikom-service.ru

Polyurethane coatings are widely used on the rolls of papermaking machines. In the process of roll coatings are exposed to high temperatures. Exposure to high temperatures, even for a short period of time reduces the strength properties of coatings and compound "metal-polymer", as well as to change in process parameters of papermaking - the change of the contact area of rolls. In the making and operation of the coating is important to know how it behaves in these conditions. To the manufacturing take this fact into account and select a material with excellent physical and mechanical properties and assign the required parameters in the operation mode. For this, necessary to study, how change hardness with increasing temperature. In the article describes experimental studies determine the hardness in the range of temperatures from +20 °C to +120 °C, the analysis of the data, provide guidelines for the choice of coatings.

Key words: coating, polyurethane, hardness of the coating, press section, Shore hardness.

Введение

Полиуретановые покрытия широко применяются на валах бумагоделательных машин (БМ). Их используют в сеточной, прессовой частях на валах мягких каландров, насетко-, сукно- и бумаговедущих валах. Покрытия выполняют антикоррозионную и технологическую функции. Современный процесс производства бумаги невозможен без использования полимерных покрытий валов, в частности, полиуретановых. Наиболее нагруженная часть бумагоделательной машины – прессовая, в которой покрытия валов подвергаются большим линейным давлениям, температуре и другим воздействиям, оказывающим прямое влияние на срок

службы покрытий и качество выпускаемой продукции. Температура в прессовых частях БМ составляет 50°C – 70°C , порой может достигать до 90°C . Воздействие высоких температур даже на протяжении короткого времени приводит к уменьшению прочностных качеств покрытий и соединения «металл-полимер» [3]. Поэтому в настоящее время предъявляются жесткие требования к покрытиям валов. Одно из таких требований – сохранение своих физико-механических свойств в широком диапазоне температур [5]. Несоблюдение этого требования приводит к изменению технологических параметров производства бумаги – изменению площадки контакта валов. А это в свою очередь приводит к изменению напряженного состояния в покрытии, что приводит к снижению его долговечности. Исследование напряженного состояния покрытий рассмотрено в статье [4]. При изготовлении и эксплуатации покрытия важно знать, как оно ведет себя в этих условиях. Чтобы при изготовлении учесть этот факт и выбрать материал с наилучшими физико-механическими характеристиками, а при эксплуатации назначить требуемые параметры режима работы.

В качестве показателя, характеризующего физико-механические свойства, используется твердость. Достоинства данного параметра состоят в простоте измерения, воспроизводимости, малой трудоемкости, ее измерение не приводит к повреждению детали.

Для определения твердости полиуретана используют метод Шора. Твердость полиуретанов измеряют дюрометрами двух типов: дюрометром типа А – более мягкие материалы, дюрометром типа D – более твердые [1]. Если измеренное значение твердости больше 90 А, то материал твердый, и для оценки его твердости необходимо использовать дюрометр типа D, и если меньше 20 D, то материал мягкий, и следует использовать дюрометр типа А.

Производители материала дают информацию о его твердости при трех температурах: -5°C , $+20^{\circ}\text{C}$ и $+80^{\circ}\text{C}$. Причем изменение твердости в этом диапазоне температур существенно. Так, например, для полиуретана твердостью 65 ШорА разница составляет 20 единиц (при температуре -5°C твердость 73 Шор А, при температуре $+80^{\circ}\text{C}$ – 53 ШорА). С увеличением твердости эта разница уменьшается. Для полиуретана твердостью 85 Шор А она составляет 16 единиц.

В данной статье описываются экспериментальные исследования по определению твердости в интервале температур от $+45^{\circ}\text{C}$ до $+120^{\circ}\text{C}$; проводится анализ полученных данных, приводятся рекомендации по выбору покрытий.

Экспериментальные исследования проводим на базе научно-производственного предприятия «Уником-Сервис» г. Первоуральск. На предприятии выпускается продукция из полиуретана, в частности, валы бумагоделательных и текстильных машин, оборудования металлургического комплекса и другого технологического оборудования, гуммированные полиуретаном.

	80	75	70	65	60	55	50	45
	93	93	93	93	94	94	94	94

Полученные экспериментальные данные необходимо аппроксимировать функцией. Степень близости аппроксимации экспериментальных данных выбранной функцией оценивается коэффициентом детерминации R^2 . Чем ближе значение коэффициента детерминации R^2 к 1, тем функция лучше описывает экспериментальную кривую.

Твердость образца (85 Шор А) при изменении температуры представлена в виде графика на рис.1.

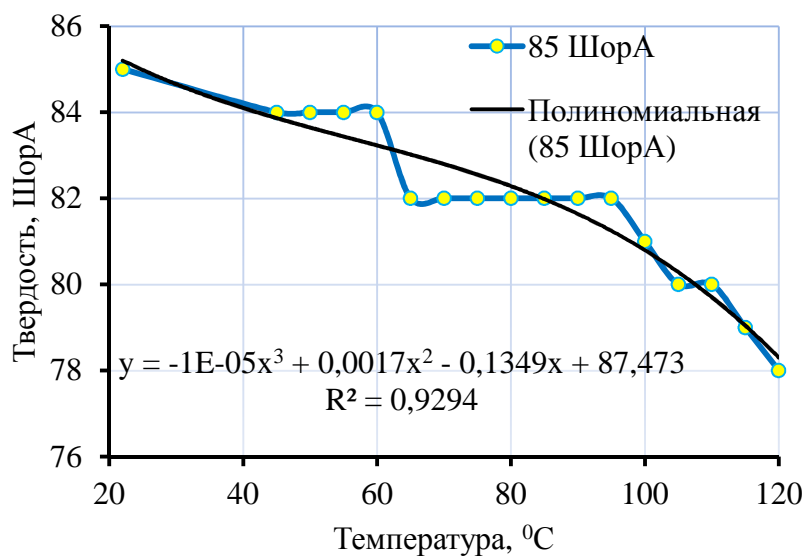


Рис.1. Изменение твердости образца (85 Шор А)

Экспериментальная кривая аппроксимируется полиномом третьей степени с коэффициентом детерминации $R^2 = 0,929$:

$$y = -1 \cdot 10^{-5}x^3 + 0.001x^2 - 0.134x + 87.47 \quad (1)$$

Твердость образца (91 Шор А) при изменении температуры представлена в виде графика на рис. 2.

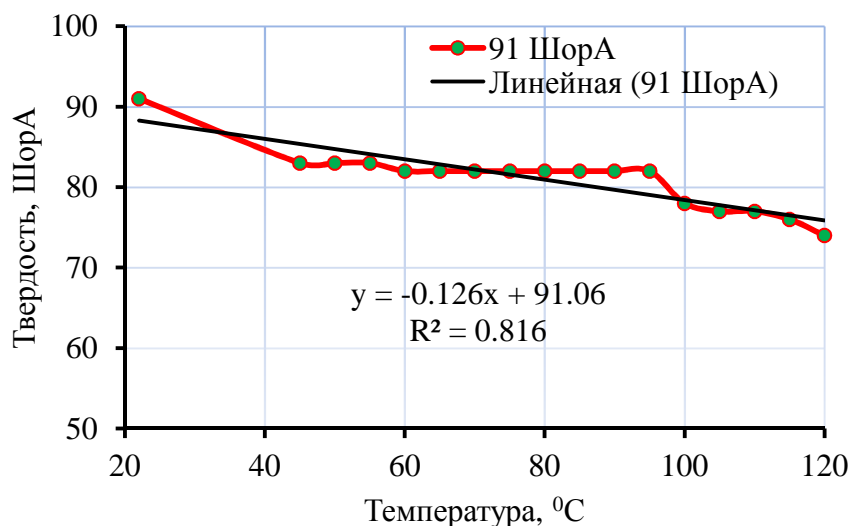


Рис. 2. Изменение твердости образца (91 ШорА)

Экспериментальная кривая аппроксимируется линейной функцией с коэффициентом детерминации $R^2 = 0,816$:

$$y = -0.126x + 91,06 \quad (2)$$

Твердость образца (97 Шор А) при изменении температуры представлена в виде графика на рис. 3.

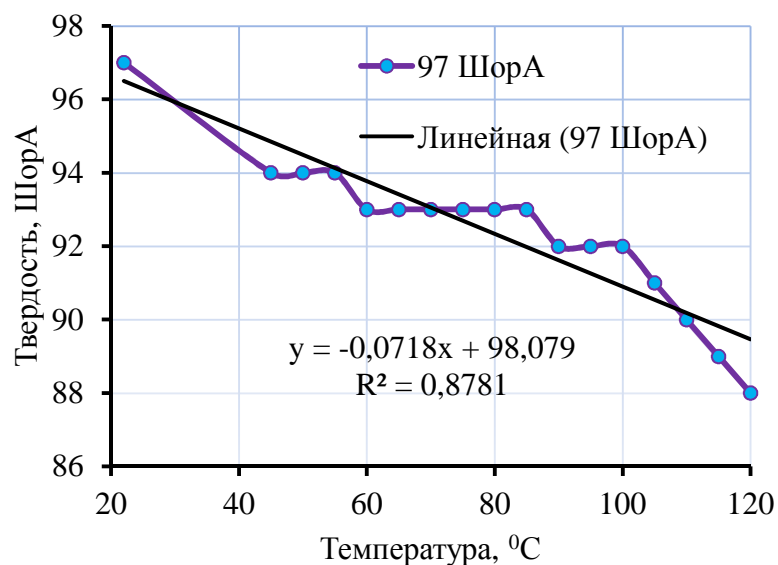


Рис. 3. Изменение твердости образца (97 ШорА)

Экспериментальная кривая аппроксимируется линейной функцией с коэффициентом детерминации $R^2 = 0,878$:

$$y = -0.071x + 98,07 \quad (3)$$

Твердость образца (74 Шор D) при изменении температуры представлена в виде графика на рис. 4.

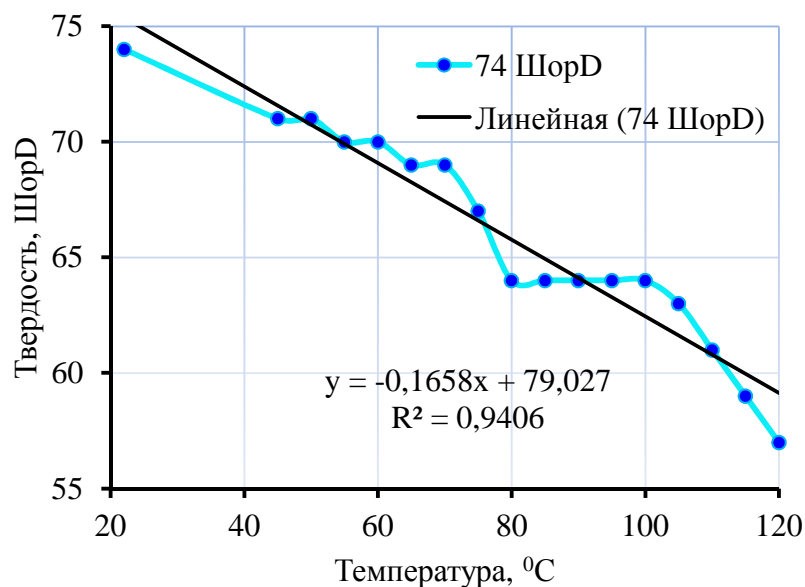


Рис. 4. Изменение твердости образца (74 Шор D)

Экспериментальная кривая аппроксимируется линейной функцией с коэффициентом детерминации $R^2 = 0,94$:

$$y = -0.165x + 79,02 \quad (4)$$

Таким образом, в ходе эксперимента были получены данные изменения твердости полиуретанов, используемых в качестве покрытий валов БМ, при повышении температуры материала. Эксперименты показали, что в пределах рабочей температуры прессов 60–90 °C образцы с твердостью 85 ШорА, 91 ШорА, 97 ШорА показывают стабильную твердость, но эта твердость существенно меньше заявленной твердости, измеренной по ГОСТ [2]. Разность между заявленной твердостью (по ГОСТ) и твердостью, полученной для диапазона рабочих температур прессов для материала с твердостью 85 ШорА – 3 единицы по ШорА, для материала с твердостью 91 ШорА – 9 единиц по ШорА, для материала с твердостью 97 ШорА – 4 единицы по ШорА.

Образец с твердостью 74 ШорD показал не стабильную в диапазоне температур работы прессов твердость, которая снижается с 70 ШорD при температуре 60 °C до 64 ШорD при температуре 90 °C.

Эксперименты показали, что при выборе материала покрытия необходимо учитывать изменение твердости. Это позволит повысить эффективность работы полиуретановых покрытий и увеличить срок их службы.

Список литературы

1. ГОСТ 24621-91 Пластмассы и эбонит. Определение твердости при вдавливании с помощью дюрометра (твердость по Шору). – М.: Комитет стандартизации и метрологии СССР, 1991. – 7 с.
2. ГОСТ 263-75 Резина. Метод определения твердости по Шору А. – М.: Государственный комитет СССР по стандартам, 1975. – 6 с.
3. Ефимов И. Н. Обезвоживание и прессование бумажного полотна / И. Н. Ефимов. – Красноярск: Изд-во Красноярского ун-та, 1988. – 156 с.
4. Королев А. В. Исследование напряженного состояния покрытий прессовых валов бумагоделательных машин / А. В. Королев, А. А. Санников // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 1; URL: <http://www.science-education.ru/107-8490>
5. Куров В. С. Теория и конструкция машин и оборудования отрасли. Бумаго- и картоноделательные машины: учебное пособие / В. С. Куров, Н. Н. Кокушин. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2006. – 588 с.

Рецензенты:

Вураско Алеся Валерьевна, доктор технических наук, профессор кафедры химии древесины и технологии ЦБП, УГЛТУ, г. Екатеринбург.

Старжинский Валентин Николаевич, доктор технических наук, профессор кафедры охраны труда, УГЛТУ, г. Екатеринбург.