

Научная статья

УДК 677.021

doi 10.34216/2587-6147-2021-4-54-43-46

Павел Николаевич Рудовский<sup>1</sup>

Ирина Сергеевна Белова<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Костромской государственный университет, г. Кострома, Россия

<sup>1</sup>pavel\_rudovsky@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8675-2910>

<sup>2</sup>belova\_irina44@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4979-6436>

## ВЫБОР КЛЕЯЩЕГО СОСТАВА ДЛЯ ВЫРАБОТКИ ПРЯЖИ КЛЕЕВЫМ СПОСОБОМ

**Аннотация.** Предлагается использовать в качестве клеящего состава для выработки пряжи клеевым способом компонент коконов тутового шелкопряда – серицин. Проведен эксперимент по изучению зависимости сил адгезии связующего к целлюлозе от концентрации клеящего вещества на примере растворов ПВА, ПВС и серицина. Проведен сравнительный анализ полученных зависимостей. Построены математические модели, позволяющие спрогнозировать прочность клеевого соединения в зависимости от концентрации клеевого состава. Проведен расчет сил адгезии, приходящихся на одно элементарное волокно.

**Ключевые слова:** клеевая пряжа, серицин, прочность пряжи, адгезия, разрывная нагрузка волокна, силы адгезии, пропитка связующим

**Для цитирования:** Рудовский П. Н., Белова И. С. Выбор клеящего состава для выработки пряжи клеевым способом // Технологии и качество. 2021. № 4(54). С. 43–46. <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2021-4-54-43-46>.

Original article

Pavel N. Rudovsky<sup>1</sup>

Irina S. Belova<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Kostroma State University, Kostroma, Russia

## THE CHOICE OF ADHESIVE FOR THE PRODUCTION OF YARN GLUE METHOD

**Abstract.** It is proposed to use sericin, a component of silkworm cocoons, as an adhesive compound for the production of yarn by the adhesive method. An experiment was conducted to study the dependence of the adhesion forces of the binder to cellulose on the concentration of the adhesive substance on the example of solutions of PVA, PVA and sericin. A comparative analysis of this dependence is carried out. Mathematical models are constructed to predict the strength of the adhesive joint depending on the concentration of the adhesive composition. The calculation of the adhesion forces per one elementary fiber is carried out.

**Keywords:** adhesive yarn, sericin, yarn strength, adhesion, fibre breaking load, adhesion forces, impregnation with binder

**For citation:** Rudovsky P. N., Belova I. S. The choice of adhesive for the production of yarn glue method. Technologies & Quality. 2021. No 4(54). P. 43–46. (In Russ.) <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2021-4-54-43-46>.

Клеевые способы получения пряжи являются одним из направлений развития прядильного производства [1, 2]. Для формирования пряжи таким способом мычку пропитывают связующим. Прочность полученной клеевой пряжи обеспечивается за счет адгезии связующего к волокнам. В настоящее время чаще всего в качестве клеящего вещества используют раствор ПВА, крахмал или поливиниловый спирт (ПВС) [3].

Предлагается в качестве связующего использовать серицин – природный клей, содер-

жащийся в оболочке кокона тутового шелкопряда. Имеется опыт использования серицина как основного элемента шлихты [4]. Серицин получают вывариванием отходов шелкового производства. Полученный таким образом водный раствор серицина при охлаждении застывает в виде студня. Чистый высушенный серицин представляет собой порошок без цвета и запаха, разбухающий в холодной воде и легко растворимый в горячей [5].

По своим физико-химическим свойствам серицин отвечает всем требованиям, предъявляемым к связующему, используемому для производства пряжи клеевым способом. Серицин –

компонент шелка, поэтому отвечает высоким гигиеническим требованиям, а значит, нет необходимости в выведении его из готовых текстильных материалов.

Возникает вопрос о силах адгезии серицина к целлюлозным материалам, являющимся основным компонентом растительных волокон (льна, хлопка и др.). В процессе эксперимента проводилось сравнение серицина с используемыми при выработке клеевой пряжи составами, таким как ПВА и ПВС. Прочность пряжи должна обеспечиваться в основном за счет прочности входящих в ее состав волокон. Количество клея в составе пряжи должно быть минимальным. Поэтому для проведения экспериментов принимались концентрации растворов, не превосходящие 10 %.

Анализ способов измерения сил адгезии показал, что для оценки прочности волокнистых материалов наиболее приемлемым является способ испытания на сдвиг. При этом в качестве

показателя для оценки степени адгезии используется сила, отнесенная к площади клеевого соединения. При растаскивании пучка волокон оценить реальную площадь контакта волокон не представляется возможным. Поэтому для испытаний использовались образцы из березового шпона. Образцы представляли собой полоски  $10 \times 150$  мм. Два образца склеивались между собой на длине 50 мм. Таким образом, площадь соединения составляла  $500 \text{ мм}^2$ .

Для каждой концентрации было изготовлено по 3 образца. После проклеивания образцы помещались под груз массой 3 кг и высушивались до кондиционной влажности. После высыхания образцы подвергались нагружению на сдвиг до разрушения на разрывной машине РМ-5.

На основе полученных экспериментальных данных построены графики зависимости сил адгезии от концентрации клея (рис. 1–3). Точка с координатами (0, 0) берется как очевидная.

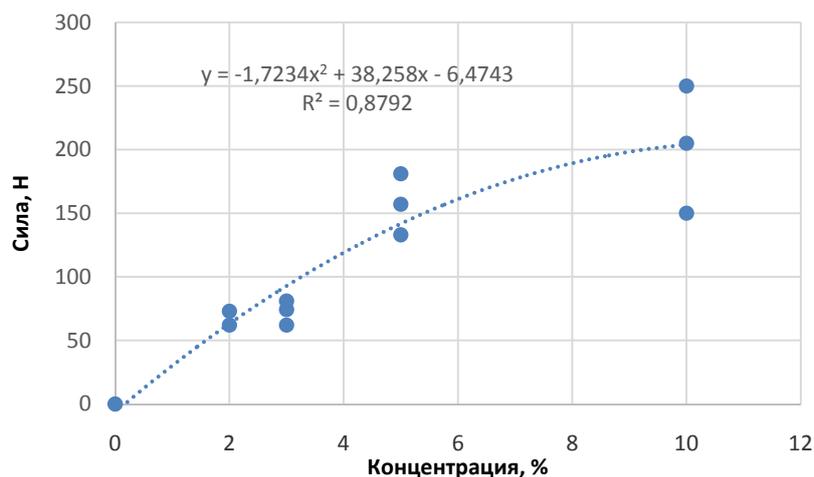


Рис. 1. График зависимости сил адгезии от концентрации ПВА

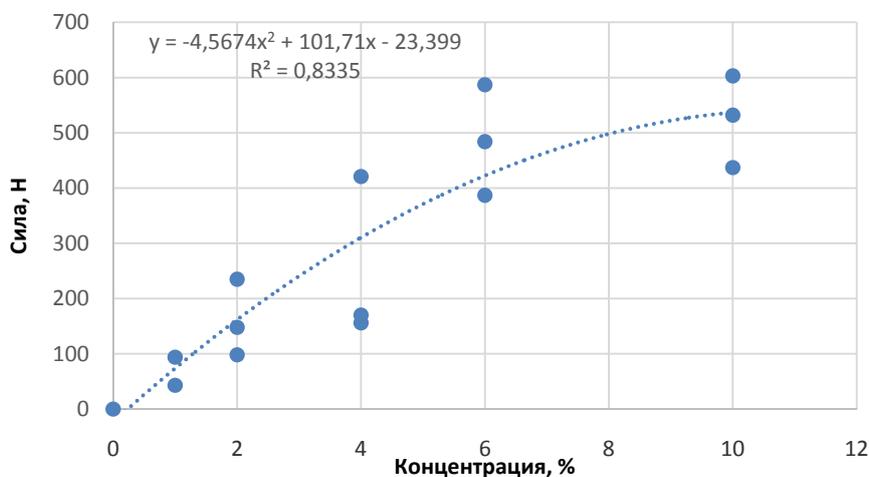


Рис. 2. График зависимости сил адгезии от концентрации ПВС

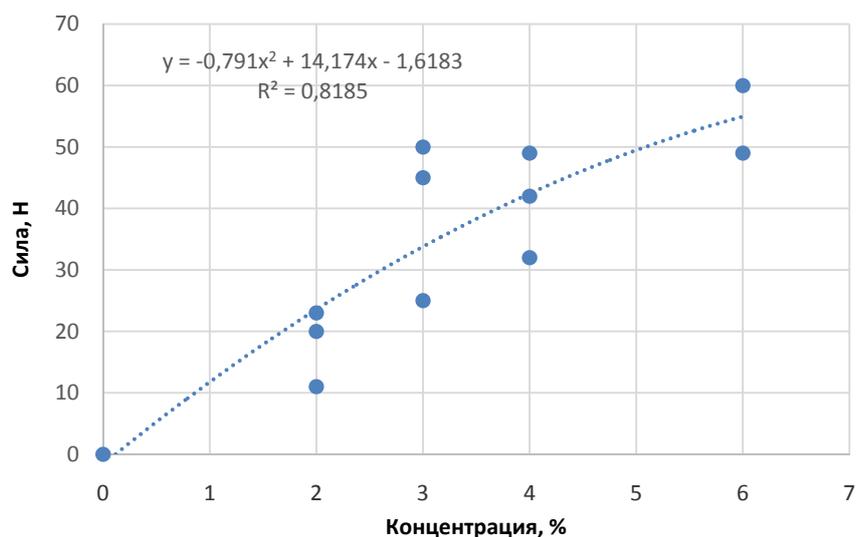


Рис. 3. График зависимости сил адгезии от концентрации серицина

В поле графиков приведены результаты аппроксимации полученных экспериментальных данных кривыми второго порядка, а также коэффициент детерминации, который для всех трех моделей превышает 0,8, что говорит о тесной связи построенной модели и экспериментальных значений, т. е. модель достаточно точно описывает зависимость сил адгезии от концентрации клеящего состава.

Из графиков на рис. 1–3 видно, что с увеличением концентрации растворов во всех случаях растет значение сил адгезии. Силы адгезии у ПВА почти в три, а у ПВС в восемь раз выше, чем у серицина. Однако при выборе клея для производства клеевой пряжи силы адгезии необходимо сопоставить с разрывной нагрузкой волокон. В таблице 1 приведены значения удельной силы адгезии при концентрации 6 %. Выбор концентрации объясняется особенностями технологии получения серицина из отходов переработки коконов.

Рассчитаем силу адгезии, приходящуюся на одно элементарное волокно. Для этого на основе справочных данных [7, 8] определим площадь боковой поверхности волокна и умножим

ее на удельную силу адгезии. При этом надо учесть, что при смещении двух волокон, связанных адгезивными связями, длина, на которой происходит смещение волокон, равна четверти длины волокна. Результаты расчетов при использовании в качестве клеящего состава серицина сведены в таблицу 2.

В последнем столбце табл. 2 приведены значения разрывной нагрузки для соответствующих волокон. Сравнение их со значениями сил адгезии показывает, что эти величины соизмеримы. Поэтому для получения пряжи клеевым способом можно рекомендовать серицин с концентрацией 6 %. При использовании для этих целей ПВА и ПВС концентрацию раствора нужно снизить, чтобы удельная сила адгезии была порядка 0,1...0,15 Н/мм<sup>2</sup>.

Таблица 1  
Удельная сила адгезии при концентрации 6 %

Клеящий материал	Удельная сила адгезии, Н/мм <sup>2</sup>
ПВА	0,40
ПВС	1,06
Серицин	0,11

Таблица 2

Расчет силы адгезии, приходящейся на одно волокно

Вид волокна	Толщина (диаметр) элементарных волокон, мкм	Длина элементарного волокна, мм	Площадь поверхности элементарного волокна, мм <sup>2</sup>	Сила адгезии на одно волокно, сН	Относительная разрывная нагрузка элементарного волокна, сН/Текс	Разрывная нагрузка элементарного волокна, сН
Чесаное льняное волокно	15...30	20...30	0,94...2,83	2,5...16,5	50...70	6,25...38
Льняной очес	15...35	15...25	0,71...2,75	1,95...7,5	30...50	3,75...27
Хлопок	15...25	29...40	1,37...3,14	3,75...8,5	20...30	3...4,4

## СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Рудовский П. Н., Белова И. С. Анализ и перспективы клеевых способов прядения // Физика волокнистых материалов: структура, свойства наукоемкие технологии и материалы (SMARTEX-2019). Иваново, 2019. С. 186–189.
2. Рудовский П. Н., Белова И. С. Технология получения льняной пряжи путем совмещения вьюркового способа со способом PAVENA // Энергоресурсоэффективные экологически безопасные технологии и оборудование : сб. науч. тр. Междунар. науч.-техн. симпозиума «Вторые международные Косыгинские чтения, приуроченные к 100-летию РГУ имени А. Н. Косыгина». Т. 1. М. : РГУ им. А. Н. Косыгина, 2019. С. 194–197.
3. Salaun H. L., Brown R. S., Lonis G. L. No-twist cotton yarn made from card web // Textile Research Journal. 1980. Vol. 50, № 2. P. 115–119.
4. Ишматов А. Б., Рудовский П. Н., Яминова З. А. Применение серицина для шлихтования основ // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. 2012. № 6(342). С. 98–102.
5. Ишматов А. Б., Яминова З. А., Рудовский П. Н. Обоснование режимов получения серицина в виде порошка для приготовления шлихты // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. 2015. № 6(360). С. 79–83.
6. Белова И. С. Обоснование метода оценки адгезии волокнистых материалов к связующему при выработке пряжи клеевым способом // Технологии и качество. 2019. № 4(46). С. 3–7.
7. Прядение льна и химических волокон : справочник / под ред. Л. Б. Карякина, Л. Н. Гинзбурга. М. : Легпромбытиздат, 1991. 544 с.
8. Справочник по хлопкопрядению / В. П. Широков и др. М. : Легкая и пищевая промышленность, 1985. 472 с.

## REFERENCES

1. Rudovskij P. N., Belova I. S. Analysis and prospects of glue methods for yarn forming. *Fizika voloknistyh materialov: struktura, svoystva naukoemkie tekhnologii i materialy (SMARTEX-2019)* [Physics of fibrous materials: structure, properties high-tech technologies and materials (SMARTEX-2019)]. Ivanovo, 2019. P. 186–189. (In Russ.)
2. Rudovskij P. N., Belova I. S. Technology for producing linen yarn through the compound of the brambling method with the method of Pavena. *Energoresursoeffektivnye ekologicheski bezopasnye tekhnologii i oborudovanie [Tekst]: sbornik nauchnyh trudov Mezhdunarodnogo nauchno-tekhnicheskogo simpoziuma "Vtorye mezhdunarodnye Kosygin'skie chteniya, priurochennye k 100-letiyu RGU imeni A. N. Kosygina": T. 1* [Energy-resource-efficient environmentally safe technologies and equipment : collection of scientific papers of the International Scientific and Technical Symposium "The Second International Kosygin Readings dedicated to the 100th anniversary of the Kosygin Russian State University"]. Moscow. Kosygin Russian State University Publ., 2019. Vol. 1. P. 194–197. (In Russ.)
3. Salaun H. L., Brown R. S., Lonis G. L. No-twist cotton yarn made from card web. *Textile Research Journal*. 1980;50,2:115–119.
4. Ишматов А. Б., Рудовский П. Н., Яминова З. А. Применение серицина для шлихтования основ. *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii. Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti* [Textile Industry Technology (Series Proceedings of Higher Educational Institutions)]. 2012;6(342):98–102. (In Russ.)
5. Ишматов А. Б., Яминова З. А., Рудовский П. Н. Обоснование режимов получения серицина в виде порошка для приготовления шлихты. *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii. Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti* [Textile Industry Technology (Series Proceedings of Higher Educational Institutions)]. 2015;6(360):79–83. (In Russ.)
6. Belova I. S. Substantiation of the method for assessing adhesion of fibrous materials to binder when producing yarn by adhesive method. *Tekhnologii i kachestvo*. [Technology & Quality]. 2019;4(46):3–7. (In Russ.)
7. Karyakin L. B., Ginzburg L. N. (eds.) Spinning flax and chemical fibers: reference. Moscow, Legprombytizdat Publ., 1991. 544 p. (In Russ.)
8. Shirokov V. P. and others. Handbook of cotton spinning. Moscow, Light and food industry Publ., 1985. 472 p. (In Russ.)

Статья поступила в редакцию 15.10.2021

Принята к публикации 18.11.2021