

УДК 677.027.

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И МАШИНЫ ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ ЛУБЯНЫХ КУЛЬТУР В ОДНОТИПНОЕ, КОРОТКОЕ И ШТАПЕЛИРОВАННОЕ ВОЛОКНО

Э.В. Новиков, А.В. Безбабченко

ФГБОУ ВПО КГТУ,

г. Кострома, Россия,

ФГБНУ ВНИИМЛ

г. Тверь, Россия

Аннотация. Представлены различные конструкции машины для переработки лубяных культур МПЛ в однотипное и штапелированное волокно.

Ключевые слова. Лубяные культуры и волокна, машина для переработки льна, однотипное и штапелированное волокно, рабочие органы, питающий транспортер.

Потребление Российскими текстильными предприятиями коротких льняных волокон составляет около 100 тыс. тонн в год. Такого количества короткого льноволокна льнозаводы произвести не в состоянии, поэтому часть его закупается в Беларуси. Зависимость от этой страны ставит под угрозу некоторые отечественные текстильные предприятия, работающие на этом сырье. Примером является переориентирование рынка сбыта волокна, произведенного в Беларуси в 2014-2015 году с России на Китай, в результате спрос на короткое натуральное волокно в нашей стране резко возрос. Даже переход льнозаводов на производство однотипного льноволокна (вся льнотреста переводится в короткое волокно), которое является близким аналогом волокна льняного короткого, не закрывает потребность в коротких натуральных волокнах.

Другим натуральным текстильным сырьем в РФ является ненаркотическая конопля. Пенька короткая также как и лен пользуется повышенным спросом.

Джут, ввозимый в Россию из-за рубежа, который использовался в основном для производства утеплителей, существенно подорожал и стал неконкурентоспособным льну и пеньке.

Создавшаяся ситуация говорит о необходимости увеличения собственной Российской базы натурального сырья, из которого можно произвести короткие натуральные волокна для технического, бытового текстиля, утеплителей, нетканых полотен, крученых изделий, модифицированного волокна, ваты, обтирочных материалов, повязок, композитов и многих других материалов из натуральных волокон [1].

В развитии производства коротких натуральных волокон появляется необходимость снижения их себестоимости, что в первую очередь можно достичь применением недорогого, высокопроизводительного, малозатратного и простого по конструкции технологического оборудования. Кроме того, снижение себестоимости можно достичь мобильностью этого оборудования – возможностью свободного перемещения по цеху и от поля к

полю, а также за счет переработки не только стеблей лубяных культур, но волокна в массе и ленте различных исходных характеристик в волокно требуемых характеристик – штапелированное волокно.

В настоящее время применяется такое малозатратное и мобильное оборудование для производства короткого и однотипного волокна из льнотресты различного качества. Это дезинтегратор [1-4], предлагаются также мяльно-трепальные станки СМТ-200М и СМТ-500 [5]. Дезинтегратор является простым и проверен практикой, поэтому применяется в России под маркой ДЛ-2М, Беларуси и Украины в малозатратных технологических линиях для короткого и однотипного волокна, преимущественно для переработки льна, а станки СМТ-200М и СМТ-500 исследованы только в лабораторных условиях [6]. Наряду с достоинствами дезинтегратор имеет недостатки: снижение производительности при переработке прочных и длинных стеблей льна-долгунца; невозможность штапелировать прочные и длинные волокна; наличие в готовом волокне скрученных волокон. Основной причиной является то, что если льносырье, поступающее на переработку в дезинтегратор, имеет относительно длинные и прочные волокна, которые, не разрушаясь под действием скользящего изгиба, заполняют пространства между взаимодействующими органами статора и ротора, тем самым блокируют движение волокна от центра к периферии корпуса. При этом положении один конец прядей волокон удерживается со стороны входа за счет сцепления с другими прядями, а другой их конец скручивается (нескольких прядей соединяются в одну), при этом их длина и прочность увеличиваются, волокно превращается в крутцы. Повышенная длина и прочность волокна повреждают рабочие органы дезинтегратора, а зажгученное волокно в дальнейшем невозможно перерабатывать, так как далее не может быть эффективно очищено и повреждает рабочие органы последующих трепальных или очистительных машин.

Из вышесказанного следует, что необходимо совершенствовать рассматриваемую технологию и оборудование для производства короткого и однотипного натурального волокна.

КГТУ [7, 8] и ВНИИМЛ параллельно ведут работы по созданию технологического оборудования для переработки лубяных культур в короткое, однотипное и далее в штапелированное волокно.

На рис. 1-7 представлены разработанные ВНИИМЛ конструктивно-технологические схемы экспериментальных образцов машины для переработки лубяных культур (далее МПЛ) в однотипное и штапелированное волокно как отдельно, так и в составе линий [9-26].

Образец на рис. 1 изготовлен в 2008 году и впервые проходил лабораторные исследования в 2009 году на стеблях льнотресты, массе короткого волокна и ленте повышенной линейной плотности.

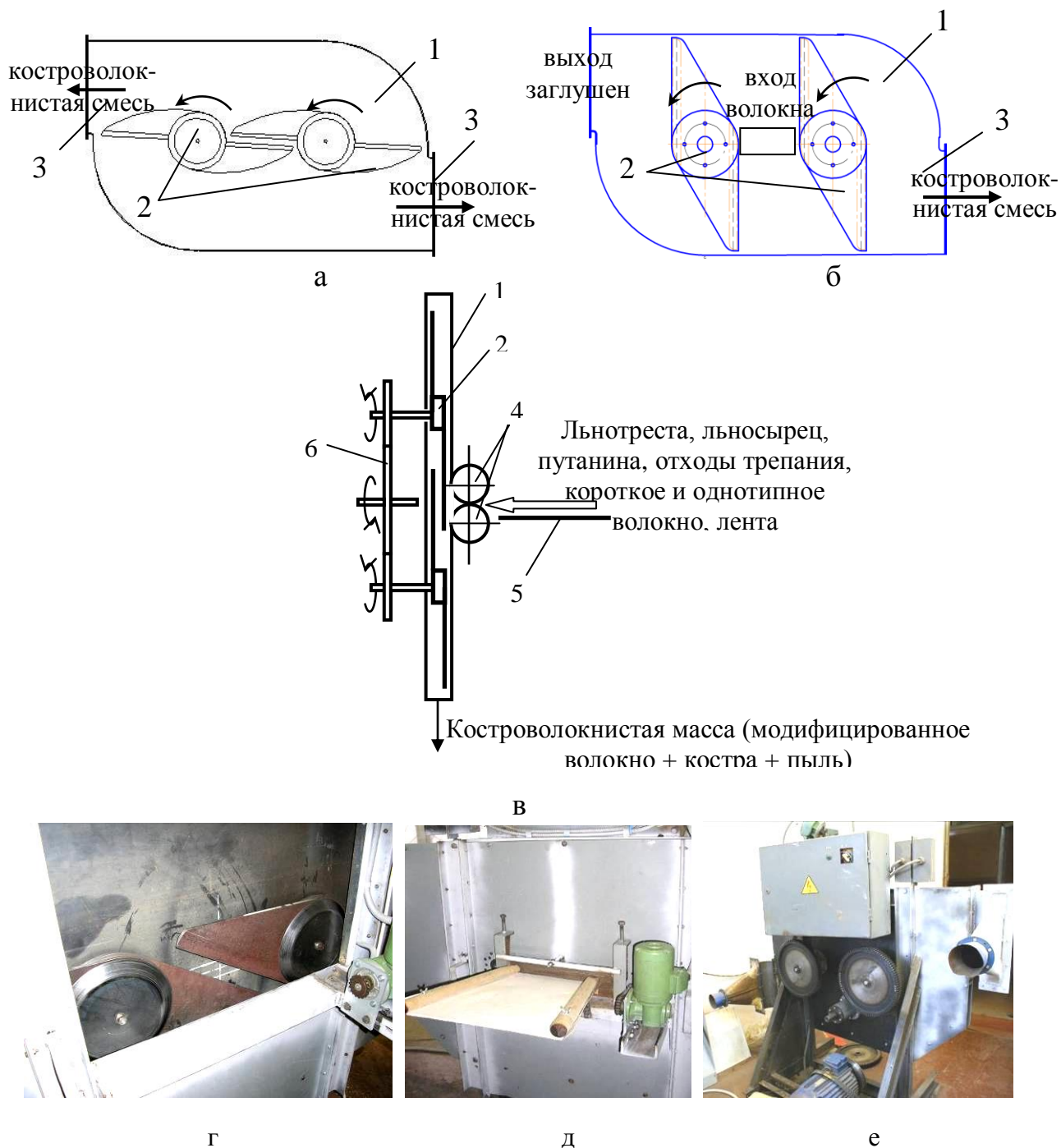


Рис. 1. Экспериментальный образец машины МПЛ:

а, б, – схемы с фронта; в – схема питающего устройства и рабочих органов [25], рабочие кромки которых расположены в разных плоскостях; г – вид рабочих в камере; д – вид со стороны загрузки лубяных культур; е – вид рабочих органов:

1 – рабочая камера; 2 – рабочие органы; 3 – отверстия для выхода волокна;
4 – питающие вальцы; 5 – раскладочный столик; 6 – привод рабочих органов

Исследования этого образца показали низкую его работоспособность и эффективность, выявлены существенные недостатки, связанные с технологическим качеством волокна, рабочими органами, системой питания, образованием намоток, удалением волокна из машины, несовершенством

привода, сильным шумом, значительной вибрацией, недостатками электрической части.

Проанализировав причины, в этом же году проведено его совершенствование с целью устранения отмеченных недостатков (рис. 2). Проведено изменение конструкции рабочих органов, установлена система разгрузки волокна и очистки воздуха, изменены элементы корпуса в части питания, удаления волокна и др.

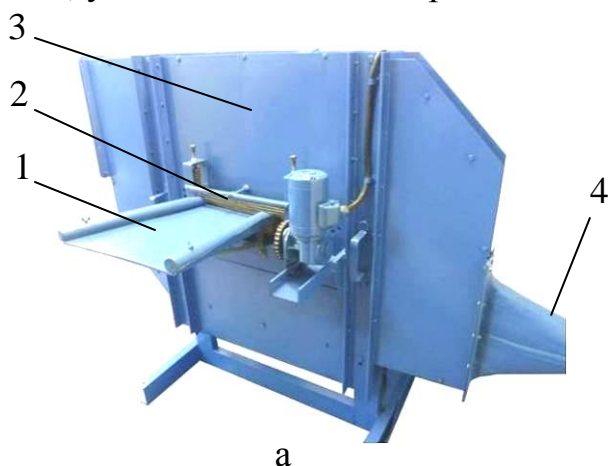


Рис. 2. Усовершенствованный экспериментальный образец МПЛ с двумя рабочими органами, осуществляющими двухстороннее воздействие и системой удаления, разгрузки и очистки воздуха в промышленном фильтре:
а – вид с фронта (со стороны входа лубяных культур); б – вид с системой разгрузки волокна и очистки воздуха:

- 1 – раскладочный столик; 2 – питающие вальцы; 3 – рабочая камера;
4 – патрубок отвода лубяного волокна (костроволокнистой смеси и штапелированного волокна)

Дальнейшие комплексные исследования усовершенствованного образца МПЛ (рис. 2) в лабораторных условиях на льне-долгунце (льносоломе, нормальной и низкосортной льнотресте, путанине, отходах трепания, коротком льноволокне, лентах различных характеристик) и режимах обработки показали его работоспособность, позволили также определить пути улучшения взаимодействия материала в рабочей камере, повышения качества выпускаемого волокна и оперативного изменения его характеристик, обеспечения равномерности работы систем питания и удаления волокна; снижения металлоэнергоёмкости.

В результате предложен облегченный вариант МПЛ (рис. 3), который в отличие от предшественников имеет один рабочий орган и один питающий транспортер, новый элемент аэродинамики для обеспечения равномерности работы машины в зависимости от перерабатываемого сырья, устройство питания ленты из рулона, новый плоский рабочий орган, выполненный из стали толщиной не более 10 мм, имеющий рабочие кромки под углом к горизонту, установленные не в двух, а в одной плоскости.

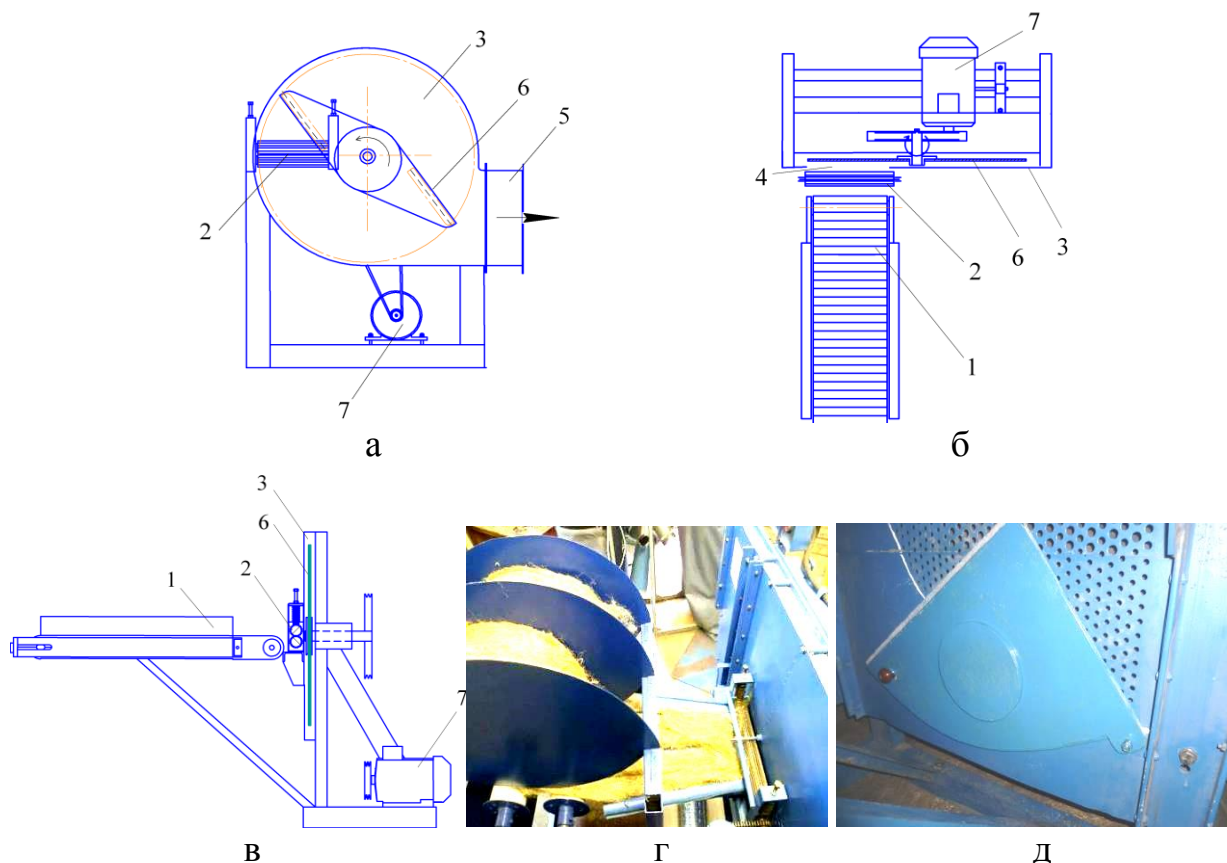


Рис. 3. Одинарный образец МПЛ для переработки стеблей льна и штапелирования ленты различной линейной плотности:
а, б, в – схемы с фронта, сверху, сбоку, соответственно; г – механизм рулонный с лентой на питании МПЛ; д – элемент аэродинамики регулируемый:

1 – питающий транспортер; 2 – вальцы питающие; 3 – камера рабочая;
4 – вырез для подачи лубяных культур в рабочую камеру; 5 – патрубок для удаления полученного волокна и костры; 6 – рабочий орган с двумя рабочими кромками; 7 – привод рабочего органа

Для испытания в производственных условиях в составе линии (рис. 4а) МПЛ был дополнен предварительным столом (рис. 4а, б, в), возможностью оперативной его замены на питающий лоток (рис. 4в), смонтирован новый шкаф управления с частотным регулированием (рис. 4г), а также изменена конструкция рабочего органа с целью улучшения качества переработки сырья.

Испытания на льнозаводе показали эффективность облегченной конструкции МПЛ в составе малозатратной линии для производства однотипного волокна из стеблей льна-долгунца различной степени вылежки и короткого волокна из масличного льна, простоту ее обслуживания и оперативность регулирования параметров обработки с помощью нового шкафа управления. Технология воздействия рабочего органа на стебли и конструкция для ее осуществления, реализованные в этом варианте МПЛ, позволяют получать различные характеристики волокна и главное

оперативно их изменять, не останавливая линию в целом. Было также определено, что костроволокнистая масса, полученная в МПЛ, обрабатывалась в ОКВ-1, который является аналогом дезинтегратора, без забивок и повреждения гарнитуры с высоким коэффициентом полезного времени, что говорит о том, что МПЛ устранила указанный выше недостаток дезинтегратора ДЛ-2М, а значит, является эффективным для подготовки льносырья к очистке в нем.

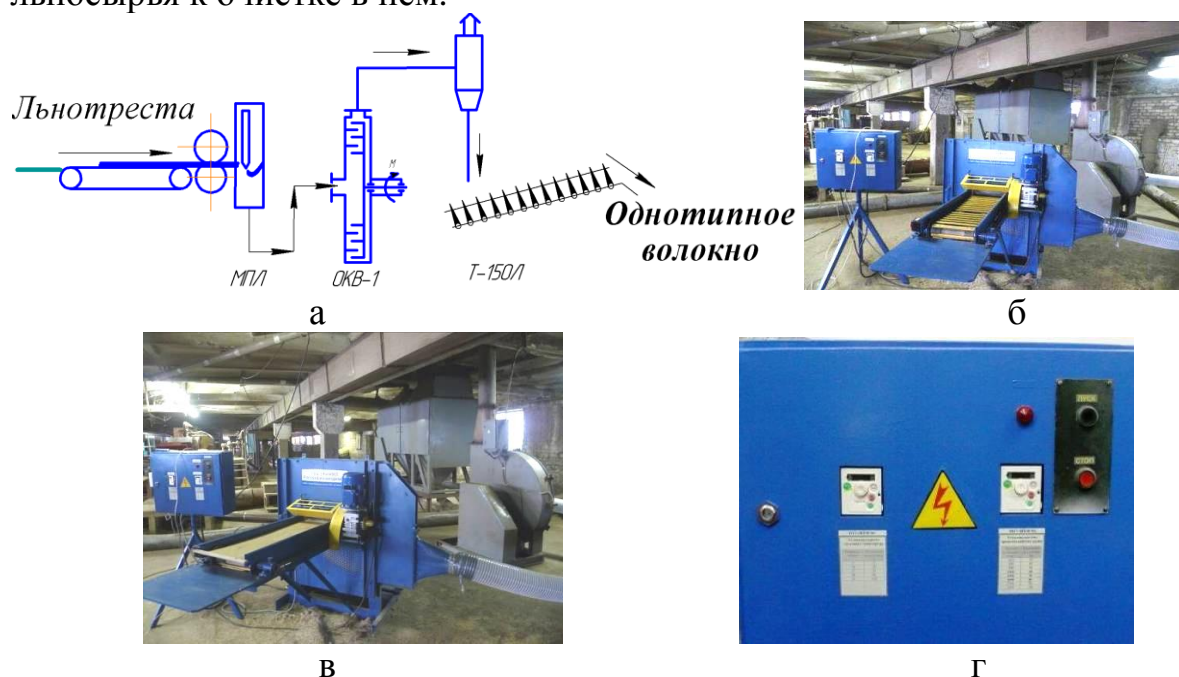


Рис. 4. Малозатратная линия для производства однотипного и короткого льноволокна на базе испытываемого МПЛ на льнозаводе
а – технологическая схема; б – вид МПЛ на питании с транспортером;
в – вид МПЛ с питающим лотком; г – шкаф управления

В результате было получено ликвидное однотипное волокно, схожее по характеристикам с льноволокном коротким по действующему стандарту, а при изменении режима обработки в МПЛ линия производит волокно меньшей длины, которое эффективно перерабатывалось в агрегате нетканых материалов АИН на том же льнозаводе. Данные испытания позволили выявить очередные недостатки конструкции.

Для испытания МПЛ (рис. 4) на другом льнозаводе при штапелировании однотипного льноволокна его оснастили дополнительной парой мяльных вальцов большего диаметра, чем питающая пара и промежуточным лотком между ними (рис. 5). Дополнительная пара предназначена для уменьшения толщины поступающего слоя, тем самым создаются благоприятные условия ввода слоя в питающие вальцы, снижается вероятность образования намоток, появилась возможность перерабатывать не только лен, Нои ненаркотическую коноплю и пеньку. Целью этих испытаний являлось определение возможности агрегирования МПЛ в линию с агрегатом нетканых материалов АИН при штапелировании однотипного волокна достаточно большой длины.

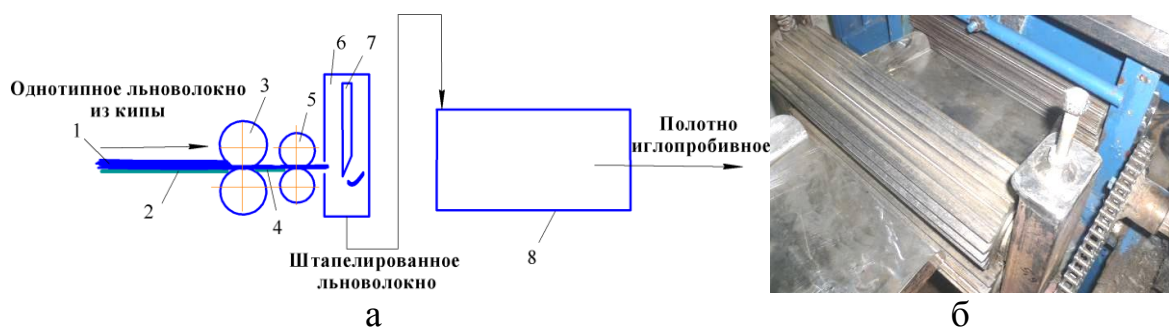


Рис. 5. Экспериментальный образец МПЛ для переработки однотипного льноволокна, пеньки, стеблей льна-долгунца, конопли, масличного льна в штапелированное, однотипное и короткое волокно соответственно:

а – технологическая схема; б – вид дополнительной пары вальцов:
 1 – волокно; 2 – питающий лоток; 3 – дополнительная мьяльная пара;
 4 – промежуточный лоток, 5 – питающая пара; 6 – рабочая камера;
 7 – рабочий орган; 8 – агрегат АИН-1800М

Для увеличения пропускной способности МПЛ проведено очередное его усовершенствование, которое заключалось во включении в работу одновременно обеих сторон плоского рабочего органа, а также в установке с их тыльной стороны лопастей (рис. 6).

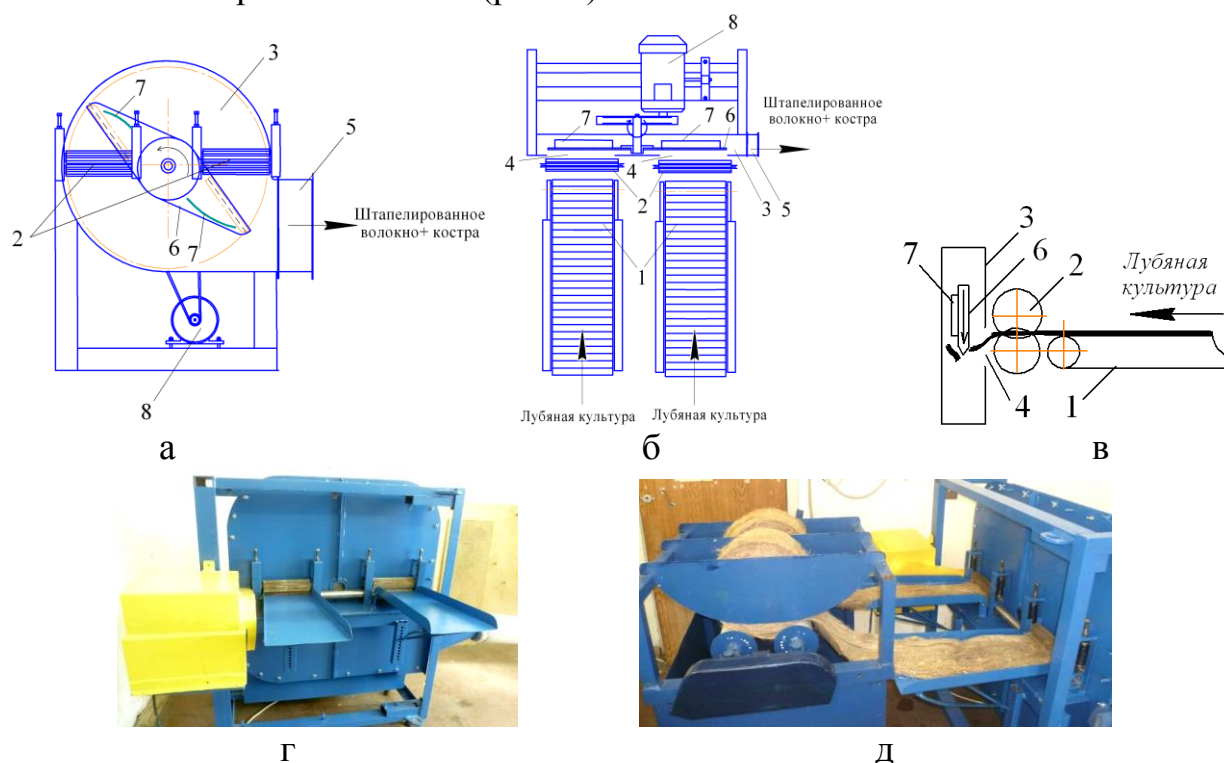


Рис. 6. МПЛ с двумя питающими транспортерами:
 а – схема со стороны входа лубяного сырья; б – схема сверху; в – схема сбоку; г – вид с фронта; д – вид с рулонным механизмом:
 1 – питающие транспортеры; 2 – питающие мьяльные вальцы; 3 – рабочая камера, 4 – пазы для ввода сырья в рабочую камеру; 5 – патрубок для вывода штапелированного волокна; 6 – рабочий орган; 7 – лопасти; 8 – привод рабочих органов

Смонтирована вторая линия питания – установлен второго питающий лоток (транспортёр) с питающей мяльной парой. В итоге повысилась производительность машины особенно при штапелировании ленты повышенной и пониженной линейной плотности. Кроме того, МПЛ стал иметь возможность смешивания различных волокон между собой.

Всестороннее изучение экспериментальных образцов МПЛ (рис. 1-6) позволило разработать более совершенную установку для штапелирования лубяных культур в различном виде (рис. 7), которая содержит одну линию питания (один питающий транспортёр и пару питающих вальцов для подачи волокна в рабочую камеру), кожух с широким пазом для ввода сырья в зону обработки, патрубок для удаления однотипного и штапелированного волокна на очистку.

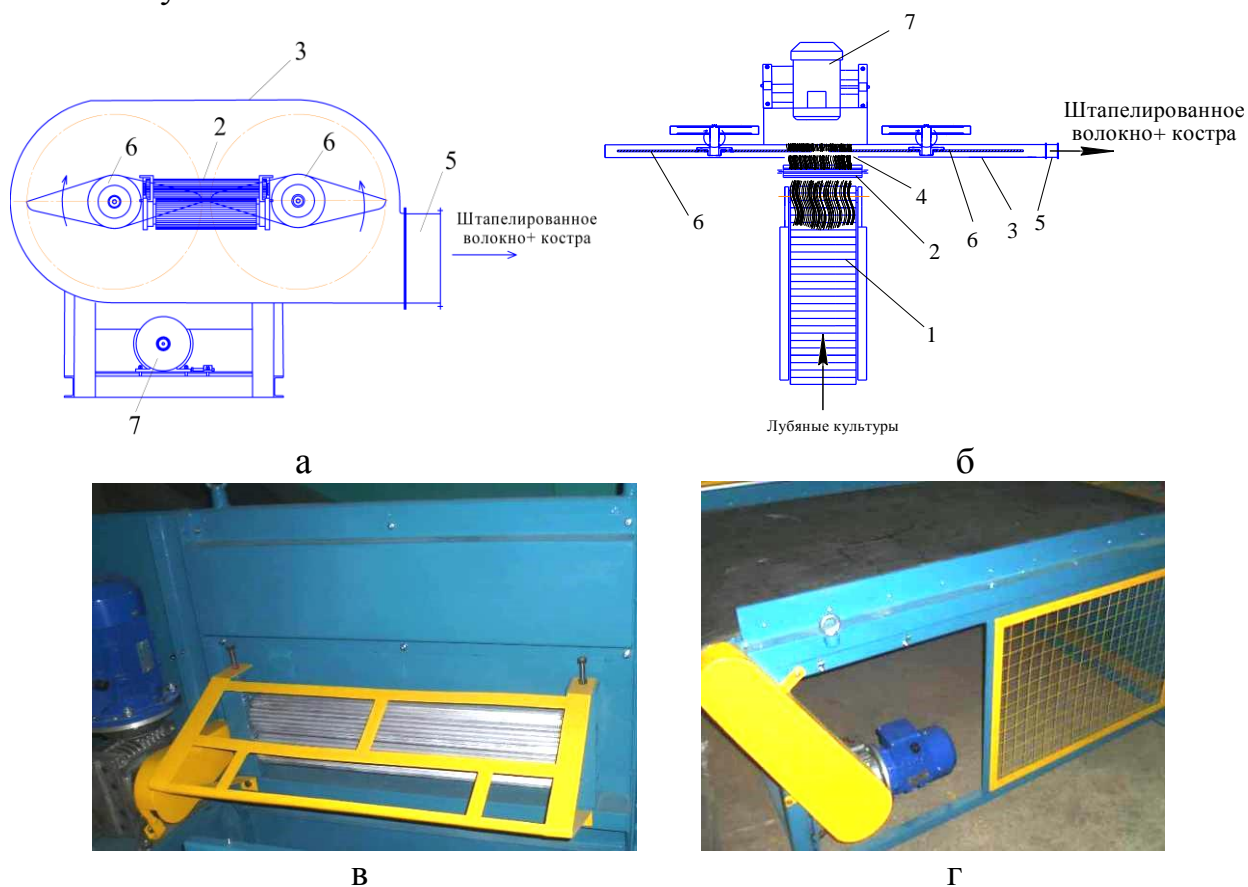


Рис. 7. МПЛ с одним питающим транспортёром и двумя плоскими рабочими органами, расположенными на одной линии:

а – схема со стороны входа лубяного сырья; б – схема сверху; в – вид с фронта; г – вид питающего транспортёра:

1 – питающий транспортёр; 2 – питающие мяльные вальцы; 3 – рабочая камера, 4 – пазы для ввода сырья в рабочую камеру; 5 – патрубок для вывода волокна; 6 – рабочие органы; 7 – привод рабочих органов

Установка снабжена двумя рабочими органами в виде пластин, расположенными на одной линии относительно друг друга с минимальным зазором между ними, а их рабочие кромки расположены в одной плоскости под углом к горизонту.

Исследования представленных конструкций МПЛ при штапелировании однотипной пеньки также показали эффективность технологий воздействия в них. При штапелировании пеньки получается волокно с минимальной массовой долей костры, требуемой длины и линейной плотности, которое пригодно для дальнейшей переработки в пряжу сухого прядения [22-24].

Разработаны сменные рабочие органы различных конструкций (различных размеров, формы, числом рабочих кромок и углом наклона их к горизонту), которые одновременно с совершенствованием МПЛ опробованы в лабораторных и производственных условиях при разных режимах и условиях переработки, а также на различном сырье: тресте, соломе различных видов льна и степени вылежки, однотипном и коротком волокне, однотипной пеньке, ленте различных линейных плотностей. Сменные рабочие органы необходимы для расширения возможностей МПЛ, например, для изменения длины и линейной плотности, получаемых волокно в широком диапазоне и могут воздействовать на обрабатываемый материал скользящим изгибом, методом резки и их комбинацией.

За период исследований получено пять актов производственных испытаний. Все конструкции рассматриваемых вариантов МПЛ запатентованы, в настоящее время продолжает их совершенствование. В зависимости от вида перерабатываемого льносырья, характеристик получаемого волокна и производительности можно изготавливать МПЛ различных вариантов и размеров с универсальным набором рабочих органов.

ВЫВОДЫ

1. Приобретены новые научные знания и практический опыт в питании, переработке различного льносырья плоскими рабочими органами разной конструкции и эффективного вывода полученного волокна из обработки.

2. Разработано несколько инновационных вариантов экспериментальных образцов МПЛ с научно обоснованными рациональными конструкциями рабочих органов и питающих устройств, элементов аэродинамики и отдельных ее узлов.

3. Создана технология и конструкция универсальной машины для производства однотипного и штапелированного натурального волокна из различных льнов и пеньки, а также создана база для переработки других лубяных культур.

4. Все конструкции МПЛ могут работать как отдельно, так и при агрегировании в линиях с очистителями и неткаными агрегатами.

5. МПЛ позволяет усовершенствовать линию на базе дезинтегратора.

ЛИТЕРАТУРА

1. Живетин, В.В. Основное направление инноваций: лен и медицина [Электронный ресурс] / В. В. Живетин, Б. П. Осипов, Н. Н. Осипова // Материалы междунар. научн. – практич. конф. «Льняной комплекс России.

Проблемы и перспективы». – Вологда, ЦНИИЛКА. – 2001. – URL: <http://len%20kompleks/3.htm>.

2. Внуков, В.Г. Разработка и исследование технологических параметров дезинтегратора для получения короткого льняного волокна : дис.. канд. техн. наук. – Кострома, 1989. – 198 с.

3. Павловский, Е.И. Дезинтегратор для отделения костры от отходов трепания / Е. П. Павловский, С. К, Миндовский // Льняное дело, 1998. №3. – С. 38-40.

4. Внуков, В.Г. К вопросу повышения эффективности переработки льняного сырья / В. Г. Внуков, Н. М. Федосова // Материалы конференции (сборник докладов) «Производство льнопродукции на основе современных технологий возделывания и переработки льна», 14 июня 2013 г., Смоленская область. г. Вязьма, 2013. – С. 22-24.

5. Внуков, В.Г. Совершенствование приемов переработки стеблей масличного льна / В. Г. Внуков, Н. М. Федосова // «Машинно-технологическая модернизация льняного агропромышленного комплекса на инновационной основе»: сборник научных трудов ВНИИМЛ. Тверь: Твер. гос. ун-та, 2014. – С. 194-196.

6. Новиков, Э.В. Углубленная переработка волокна на льно- и пенькозаводах: технологии и оборудование : учебное пособие / Э. В. Новиков. – 2-е изд., перераб. и доп. – Кострома : Изд-во Костром. гос. технол. ун-та. – 2010. – 128 с.

7. Федосова, Н.М. Совершенствование методов оценки технологического качества льна и приемов его переработки : монография / Н. М. Федосова, С. М. Вихарев, А. С. Соколов. – Кострома : Изд-во Костром. гос. технол. ун-та, 2013. – 83 с.

8. Мирзалиев, О.С. Изучение технологии получения модифицированного волокна в условиях льнозавода / О. С. Мирзалиев, В. Н. Смирнов, Э. В. Новиков // Материалы 64-й межвузовской науч.-технич. конф. «Студенты и молодые ученые КГТУ – производству» посвященной 80-летию Костромского государственного технологического университета. Т.2. – Кострома. КГТУ. – 2012. – С. 85-87.

9. Ульянов, В.А. Исследование усовершенствованной технологии однопипного льноволокна / В. А. Ульянов, К. В. Смирнов, Э. В. Новиков // Материалы 66-й межвузовской науч.-технич. практ. конф. «Студенты и молодые ученые КГТУ – производству» посвященной 80-летию Костромского государственного технологического университета. Т.2. – Кострома. КГТУ. – 2014. – С. 93-94.

10. Пучков, Е.М. Некоторые инновационные разработки для переработки льна / Е. М. Пучков, А. В. Безбабченко, С. П. Козлов, Д. М. Шевалдин // Внедрение инновационных разработок в целях повышения экономической эффективности в льняном комплексе России. Сб. научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции (г. Вологда, 23 июня 2011 г.). – Вологда, 2010. – С. 149-151.

11. Безбабченко, А.В. Установка для предварительной модификации короткого льноволокна / А. В. Безбабченко, Э. В. Новиков, Д. М. Шевалдин, И. Н. Алтухова, В. А. Романов // Механизация и электрификация сельского хозяйства – М.: 2010, №8. – С.25–26.

12. Безбабченко, А.В. Универсальная технология переработки льна в однотипное, короткое и модифицированное волокно / А. В. Безбабченко, Э. В. Новиков, А. Р. Корабельников // Материалы Междунар. науч.-практ. конф. «Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве»: Т.2. – Минск, РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства». – 2011. – С. 63-67.

13. Новиков, Э.В. Анализ возможности получения модифицированного льноволокна из ленты после ЧГ-150ПД, полученной из тресты нормальной степени вылежки [Электронный ресурс] / Э. В. Новиков, А. Р. Корабельников, А. В. Безбабченко // Научный вестник Костромского государственного технологического университета (Научный вестник КГТУ). – 2011. – №2. – URL: <http://vestnik.kstu.edu.ru>.

14. Безбабченко, А.В. Установка для переработки лубоволокнистых материалов / А. В. Безбабченко, Д. М. Шевалдин, Э. В. Новиков // Механизация и электрификация сельского хозяйства – М.: 2012, №6. – С. 26–27.

15. Новиков, Э.В. Изучение технологии производства короткоштапельного льноволокна высокой степени очистки из различного льносырья [Электронный ресурс] / Э. В. Новиков, А. В. Безбабченко, А. Р. Корабельников, // Научный вестник Костромского государственного технологического университета (Научный вестник КГТУ). – 2012. – №1. – URL: <http://vestnik.kstu.edu.ru>.

16. Безбабченко, А.В. Линия для производства однотипного льноволокна, нетканых материалов и межвенцовых утеплителей / А. В. Безбабченко, Д. М. Шевалдин, Э. В. Новиков, А. Р. Корабельников // Материалы международной научной конференции «Перспективы розвитку обладнання переробних і харчових виробництв». Луцьк. Изд-во Луцкий национальный технический университет, Вып. 39 (30-31 октября 2012). – С. 4-7.

17. Безбабченко, А.В. Разработка и исследование установки для штапельирования льносырья в непрерывном технологическом потоке [Электронный ресурс] / А. В. Безбабченко, Э. В. Новиков // Научный вестник Костромского государственного технологического университета (Научный вестник КГТУ). – 2013. – №2. – URL: http://vestnik.kstu.edu.ru/numbers.php?id_k=6.

18. Новиков, Э.В. Исследование линии для производства однотипного волокна на льнозаводе / Э. В. Новиков, А. В. Безбабченко // Электронный журнала «Научный вестник Костромского государственного университета», <http://vestnik.kstu.edu.ru/>. – Костромс. госуд. технолог. ун-т. – 2013, №1. – 8 с.

19. Безбабченко, А.В. Линия переработки льна-долгунца и льна масличного в различные виды готовой продукции / А. В. Безбабченко, Э. В. Новиков, И. Н. Алтухова // Материалы конференции (сборник докладов) «Производство льнопродукции на основе современных технологий возделывания и переработки льна», 14 июня 2013 г., Смоленская область. г. Вязьма, 2013. – С. 112-118.

20. Ковалев, М.М. Технологическое и измерительное оборудование льнозаводов / М. М. Ковалев, Е. М. Пучков, А. В. Безбабченко, В. А. Романов // «Машинно-технологическая модернизация льняного агропромышленного комплекса на инновационной основе»: сборник научных трудов ВНИИМЛ. Тверь: Твер. гос. ун-та, 2014. – С. 151-159.

21. Безбабченко, А.В. Усовершенствованная установка для переработки лубоволокнистых материалов в штапелированное волокно различных характеристик / А. В. Безбабченко, Э. В. Новиков, В. В. Коновалов, Д. М. Шевалдин // «Машинно-технологическая модернизация льняного агропромышленного комплекса на инновационной основе»: сборник научных трудов ВНИИМЛ. Тверь: Твер. гос. ун-та, 2014. – С. 185-189.

22. Новиков, Э.В. Исследование технологий переработки конопли в однотипное волокно различных характеристик / Э. В. Новиков, А. В. Безбабченко, С. Е. Проталинский // Изв.вузов. Технология текстильной промышленности. – 2014. – №6. – С. 42-46.

23. Новиков, Э.В. Исследование технологий и оборудования для производства однотипной пеньки и текстильной ленты из нее / Э. В. Новиков, С. Е. Проталинский, А. В. Безбабченко // Журнал «Научный вестник КГТУ». – 2014. – №1 (32). – С. 12-15.

24. Новиков, Э.В. Исследование процесса переработки однотипной пеньки в текстильную ленту по льняной технологии / Э. В. Новиков, А. В. Безбабченко, С. Е. Проталинский // Изв.вузов. Технология текстильной промышленности. – 2015. – №2.

25. Пашин, Е.Л. Сравнительный анализ технологических схем механической модификации путем расщепления льняного волокна из ленты / Е. Л. Пашин // Журнал «Научный вестник КГТУ». – 2014. – №2 (33). – С. 11-15.

26. Безбабченко, А.В. Энергосберегающая технология для переработки различных видов льна в однотипное волокно / А. В. Безбабченко, Э. В. Новиков, И. Б. Мясников // Труды 9-й Международной научно-технической конференции «Энергообеспечение и энергосбережение в сельском хозяйстве». 21-22 мая 2014 г., Россия, г. Москва. ВИЭСХ. С. 190-193.