

УДК 677.027.

АНАЛИЗ РЕКОНСТРУКЦИЙ СУШИЛЬНЫХ МАШИН СКП-1-10ЛУ И СКП-1-10ЛУ1 НА ЛЬНОЗАВОДАХ

Э.В. Новиков, И.А. Шемякин, И.Б. Мясников

ФГБОУ ВПО КГТУ, г. Кострома, Россия,

ОГБПОУ КЭТ им. Ф.В. Чижова, г. Кострома, Россия

Аннотация. Представлен обзор и анализ реконструкций конвективных паровых конвейерных сушильных машин на льнозаводах России, отмечены их преимущества и недостатки, даны рекомендации эффективной реконструкции указанных машин.

Ключевые слова. Агент сушки, расход воздуха, воздухораспределитель, вентиляторы, калориферы, теплогенератор.

Введение

На заводах первичной обработки льна сушка является важным технологическим процессом, от которого зависит выход и качество трепаного льна и короткого волокна. В тоже время это самый энергоемкий процесс на льнозаводе, так как затраты тепловой и электрической энергии на него могут составлять до 45% всех затрат на производство длинного и короткого льноволокна.

Установленные на льнозаводах сушильные машины СКП-1-10ЛУ и СКП-110ЛУ1 [1-3] имеют ряд недостатков:

1. низкий КПД равный 35-45%;
2. высокая металлоэнергоемкость (длина более 30 м, потребляемая электрическая мощность более 40 кВт, тепловая мощность 350-450 кВт);
3. большие габариты, недостаточное использование рабочего объема сушильной зоны и аэродинамики агента сушки;
4. высокие затрат денежных средств на содержание паровой котельной.

Из-за указанных недостатков эти машины на льнозаводах зачастую используются как транспортер от рулоноразмотчика до слоеформирующей или мяльной машин. Другими словами использование таких машин становится неэффективным, поэтому, для снижения затрат на сушку льнозаводы различными способами реконструируют их. Постепенное распространение таких реконструкций по заводам заслуживает отдельного внимания и изучения, поэтому анализ имеющихся реконструкции на различных льнозаводах России весьма интересен как реальный опыт для развития сушильного оборудования.

Паровые, конвейерные, многозонные сушильные машины СКП-1-10ЛУ и СКП-110ЛУ1 являются основным сушильным оборудование льнопенькозаводов, они непрерывного действия с рециркуляцией и промежуточным подогревом воздуха (рис. 1 и 2). Первая машина имеет шесть зон сушки, вторая семь, но принципу действия, конструкции и габаритным размером они одинаковые.

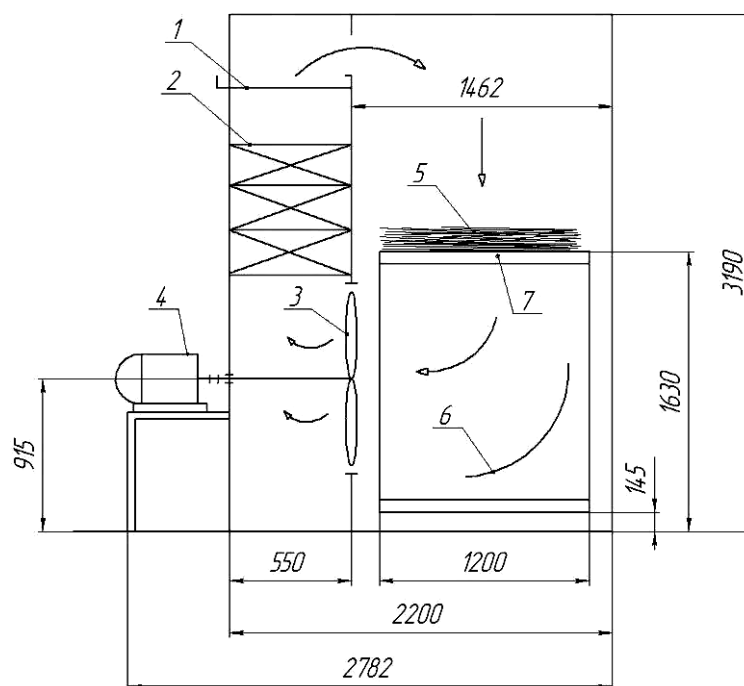


Рис. 1. Поперечная схема зоны сушки машин СКП-1-10ЛУ и СКП-1-10ЛУ1:
1 - фильтр; 2 - калорифер; 3 – вентилятор; 4 – двигатель; 5 – слой тресты;
6 – направляющий лист; 7 – транспортер

Содержат два коридора, разделенных металлической перегородкой, сушильный коридор общий для всех зон, калориферный разделен межзонными перегородками.

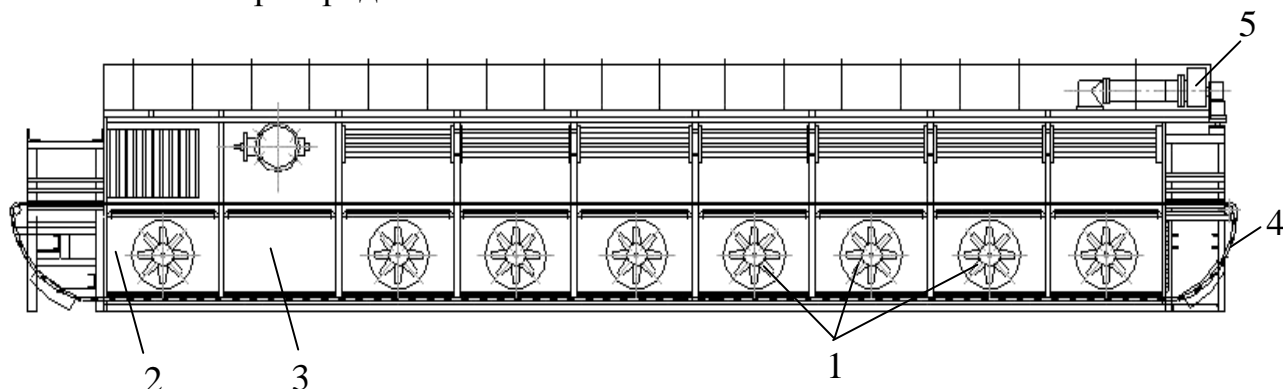


Рис. 2. Продольный разрез сушильной машины СКП-1-10ЛУ1:
1 – вентиляторы зон сушки; 2 – зона увлажнения; 3 – зона охлаждения;
4 – транспортер; 5 – вентилятор удаления отработанного воздуха

Зоны сушки предназначены для подсушки льнотресты и состоят из каркаса, осевого вентилятора, калориферов и фильтров (рис. 1 и 2).

Цель работы. Провести обзор существующих реконструкций сушильных машин СКП-1-10ЛУ и СКП-1-10ЛУ1 на льнозаводах.

Для этого необходимо:

- осуществить сбор информации о всех работающих реконструкциях машин на льнозаводах;
- проанализировать достоинства и недостатки данных реконструкций.

В 2011 году на предприятии Сабылен (Республика Татарстан), был построен современный льнозавод, на котором установлена реконструированная сушильная машина СКП-1-10ЛУ (рис. 3).

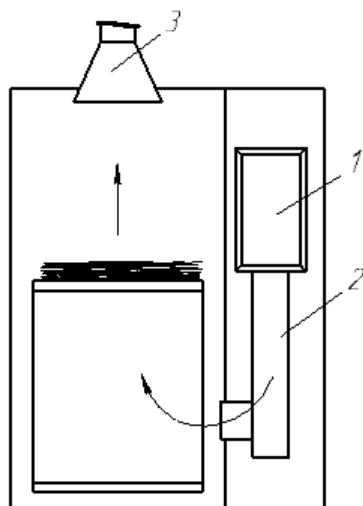


Рис. 3. Поперечная схема зоны сушки реконструированной СКП-1-10ЛУ1 в ООО «Сабылен»:

1 – основной воздуховод прямоугольного сечения от теплогенератора;
2 – отвод к отверстию вентилятора сушильного коридора; 3 – зонт удаления отработанного воздуха обратно в теплогенератор



а



б



в



г

Рис. 4. Общий вид реконструированной сушильной машины СКП-1-10ЛУ в ООО «Сабылен»: а – со стороны входа агента сушки; б – вид зонтов для удаления воздуха из сушильной машины; в – система утилизации отработанного агента сушки; г – газовый теплогенератор

Основные элементы реконструкции сушильной машины (рис. 3 и 4).

1. Демонтированы циркуляционные осевые вентиляторы и калориферы в каждой зоне сушки, вместо них проведен воздухопровод прямоугольного сечения (рис. 3 и 4а), по которому поступает агент сушки из теплогенератора (рис. 4г), установленного в отдельном помещении.

2. Для подачи агента сушки в каждую зону от основного воздуховода 1 (рис. 3) проведены отводы 2 к отверстию, оставшиеся от демонтажа циркуляционных вентиляторов.

3. Для удаления отработанного воздуха в верхней части сушильных зон установлены изолированные принимающие зонты (рис. 3 и 4б).

4. Смонтирована система утилизации отработанного воздуха (рис. 4в).

Агент сушки из газового теплогенератора Тепловей-350Г2 (Т-350Г2) по воздухопроводу подается в воздухопровод прямоугольного сечения и далее по отводу через уменьшенное в диаметре отверстие, оставшееся от демонтированного штатного вентилятора, поступает в нижнюю часть сушильного коридора и продувает слой льнотресты поперек снизу вверх. Продув слой льнотресты отработанный агент удаляется из этой же зоны сушки через зонт, который расположен сверху (рис. 3 и 4б). Далее отработанный воздух поступает в систему утилизации (рис. 4в), в которой своим теплом предварительно нагревает наружный воздух идущий в теплогенератор на основной нагрев, после чего удаляется в атмосферу.

Анализируя эту реконструкцию, следует отметить положительные и отрицательные стороны.

Преимущества данной реконструкции: увеличение температуры агента сушки до 110 °С в сравнении с паспортной 77-100 °С [1-3] и возможность ее регулирования; снижение энергозатрат; упрощение процесса сушки; отказ от затратной паровой котельной; снижение уровня шума, утилизация тепла отработанного воздуха.

Недостатки: малый расход, проходящего через материал воздуха, так как вентилятор теплогенератора выдает не более 8000 м³/ч воздуха на всю сушильную машину, а необходимо только для одной сушильной зоны не менее 25000-30000 м³/ч.

В итоге данная реконструкция машины СКП-1-10ЛУ способна существенно снизить затраты на электроэнергию, но при этом снижается и эффективность сушки, за счет недостаточного расхода воздуха, проходящего через слой материала. Этот факт подтверждает и руководство предприятия.

Отсутствие парового котла, а значит, и пара в МУП «Даниловский лен» не позволяет обеспечить сушку на льнозаводе, поэтому на этом предприятии предложена реконструкция СКП-1-10ЛУ1, представленная на рис. 5 и 6.

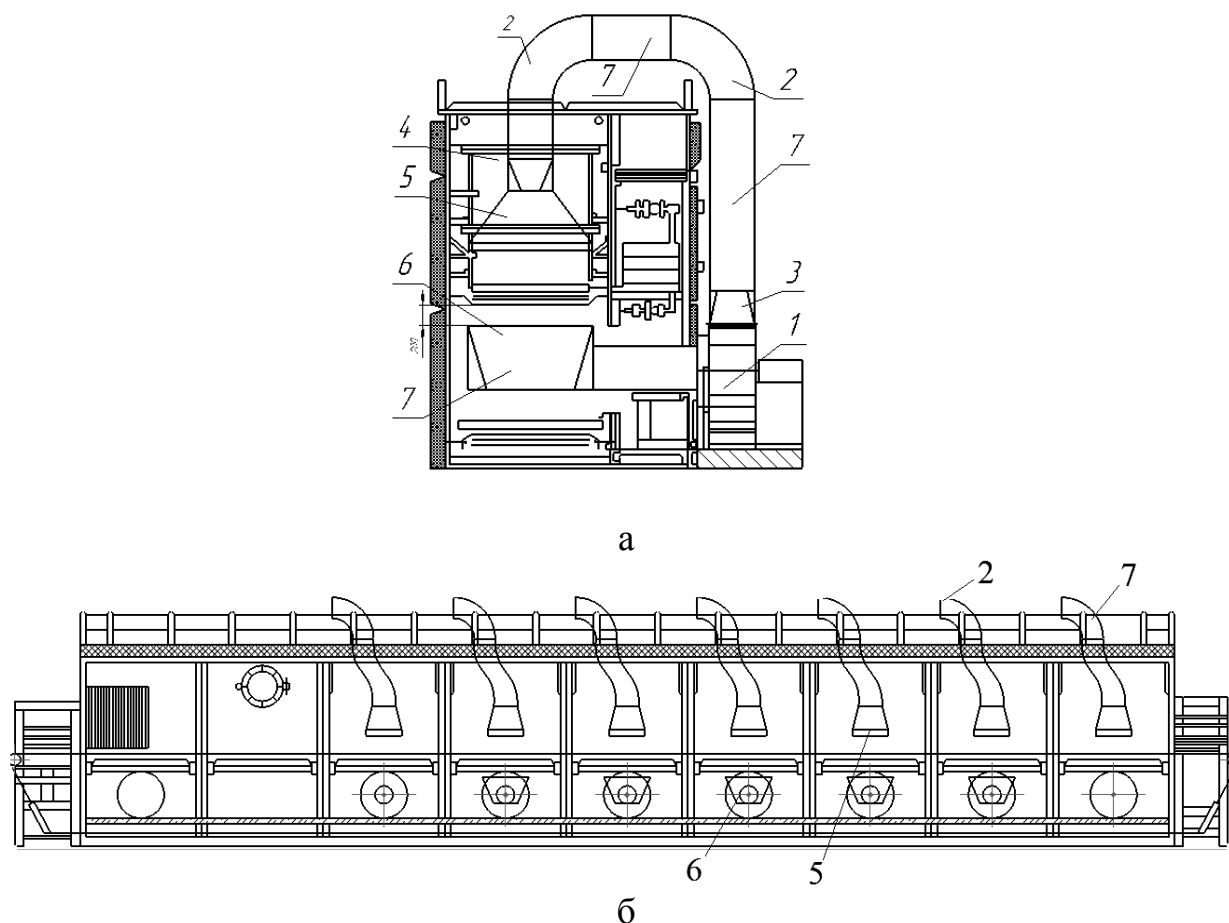


Рис. 5. Схема реконструкции СКП-1-10ЛУ1 на МУП «Даниловский лен»:
а – поперечная схема зоны сушки; б – продольная схема сушильной машины;
1 центробежный вентилятор; 2 – отводы; 3 – переход; 4 – отступ; 5 – зонт
подающий; 6 – зонт принимающий; 7 – воздуховод всасывающий



а



б

Рис. 6. Общий вид реконструированной сушильной машины СКП-1-10ЛУ1 на МУП «Даниловский лен»:
а – вид подающего зонта со стороны загрузки материала; б – вид с боку, со стороны вентиляторов

В машине изменена циркуляция агента сушки, которая выходит за корпус сушильной машины. Она работает следующим образом. Агента

сушки из теплогенератора, стоящего за стеной цеха, по воздуховоду, подается в нижнюю часть сушильного коридора в седьмую зону сушки (рис. 5б). Далее центробежным вентилятором 1 седьмой зоны сушки воздух забирается из нее и через переход 3 по воздуховоду 7, отводам 2, через отступ 4 подается в шестую зону в материал сверху через подающий зонт 5 (рис. 5а), который максимально приближен к слою. В результате агент сушки проходит через материал и поступает в принимающий зонт центробежного вентилятора шестой зоны сушки, который таким же образом подает воздух в пятую зону сверху через аналогичный подающий зонт. Далее цикл циркуляции воздуха повторяется, он поочередно продувает льнотресту в каждой зоне сушки сверху, постепенно двигаясь к первой зоне. Из нее отработанный воздух удаляется из сушильной машины специальным вентилятором.

Преимущества реконструкции: отсутствие котельной; использование достаточно мощного по теплу и расходу воздуха теплогенератора; расход воздуха увеличен до $10200 \text{ м}^3/\text{ч}$; агент сушки равномерно проходит по всей ширине слоя практически без потерь и с высокой скоростью; тепло агента сушки используется полностью, так как поступает он в последнюю зону сушки и, пройдя все зоны от седьмой до первой, из которой удаляется из машины; отработанный воздух удаляется из сушильной машины обратно в теплогенератор.

Недостатки этой реконструкции: высокие затраты на электроэнергию от шести вновь установленных центробежных вентиляторов ($6 \cdot 7,5 = 45 \text{ кВт}$); повышение уровня шума, так как вентиляторы вынесены за корпус сушильной машины в цех; льнотреста агентом сушки продувается периодически, так как подающие зонты установлены вдоль транспортера с определенным шагом и не перекрывают все длину транспортера (рис. 5б); не смотря на увеличенный расход агента сушки, в сравнении с предыдущей реконструкцией, его значения не достаточно, так как расход в $10200 \text{ м}^3/\text{ч}$ значительно меньше требуемого значения $25000\text{-}30000 \text{ м}^3/\text{ч}$.

В ЗАО «Святоволен» (Переславский район Ярославской области) также была реконструирована сушильная машина СКП-1-10ЛУ1 (рис. 7).

В ней также демонтированы вентиляторы зон сушки и калориферы, а под транспортером сушильного коридора 4 вдоль всей сушильной машины установлены воздухораспределитель 1, воздуховодами 2 и щелевыми воронками 3 (рис. 7а, б, в). По воздухораспределителю в каждую зону сушки подается нагретый воздух от теплогенератора. Теплый воздух проходит через слой материала снизу и удаляется из сушильной машины в цех.

Преимущества реконструкции: упрощение принципа работы; снижение энергопотребления; значительно увеличен расход агента сушки; горячий воздух поступает в каждую зону сушки, что обеспечивает более качественную просушку; достаточно мощный теплогенератор по теплу марки ТВАК-0,5 (рис. 7г).

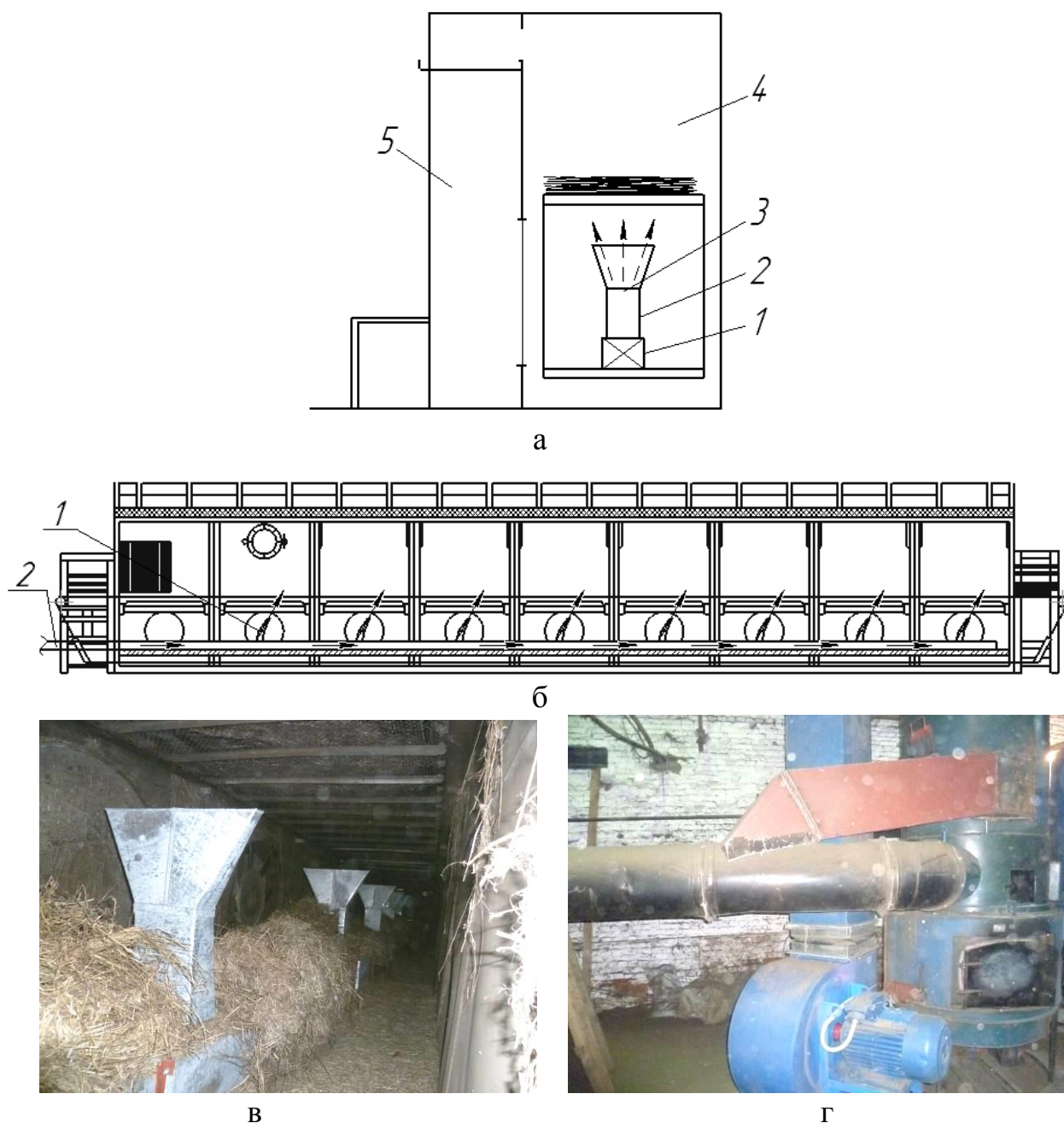


Рис. 7. Реконструированная сушильная машина СКП-1-10ЛУ1 в ЗАО «Святоволен»:

а – поперечная схема зоны сушки; б – продольное сечение сушильной машины; в – воздухораспределитель с щелевыми воронками; г – вид теплогенератора: 1 – воздуховод от теплогенератора; 2 – воздуховод с щелевыми воронками; 3 – щелевая воронка; 4 – сушильный коридор; 5 – калориферный коридор

Недостатки: несмотря на увеличенный расход агента сушки его значения недостаточно, так расход в $27500 \text{ м}^3/\text{ч}$ для всей сушилки, меньше требуемого расхода $25000\text{-}30000 \text{ м}^3/\text{ч}$, который необходимо подать в каждую зону сушки; агент сушки проходит не по всей ширине слоя, из-за недостаточной длины щелевой воронки, а также установки их вдоль транспортера с определенным шагом, что не позволяет полностью

перекрывать всю длину и ширину транспортера (рис. 7а и в), а это, как отмечалось выше, может привести к неравномерной просушке стеблей; отработанный запыленный воздух удаляется в цех.

Реконструкция позволила льнозаводу снизить затраты на сушку и упростить ее.

В [4, 5] предлагается другой способ реконструкции машин СКП-1-10ЛУ и СКП-1-10ЛУ1 (рис. 8). В ней сохранена горизонтальная загрузка льнотресты на транспортер, но агент сушки подается вдоль стеблей.

Основными элементами реконструкции машины являются:

1. Верхняя ветвь транспортера опущена на высоту 815 мм, вместо 1620 мм.

2. Осевые циркуляционные вентиляторы в каждой зоне сушки отодвинуты на 250 мм в сторону калориферных блоков вдоль оси вала двигателя.

3. Для подачи агента сушки вдоль стеблей в каждой зоне установлены конфузоры для плавного перехода большого сечения воздуховода в меньшее сечение и создания достаточно высокой скорости воздуха при входе в стебли льнотресты. При этом изменено направление воздуха через вентилятор, за счет изменения направления вращения рабочего колеса.

4. В сушильном коридоре над слоем тресты установлена ограничивающая планка, в результате чего материал движется в щели (рис. 2.4б) и продувается агентом сушки вдоль стеблей.

5. Снижена частота вращения роторов всех циркуляционных осевых вентиляторов путем установки частотно-регулируемых приводов. ЧРП позволяет регулировать процесс сушки путем изменения расхода, скорости и температуры воздуха.

В результате этой реконструкции существенно снижается расход тепла на сушку и как следствие расход пара.

За счет снижения частоты вращения циркуляционных вентиляторов существенно снижаются потери давления воздуха в циркуляционном кольце, а, следовательно, уменьшается и потребляемая мощность электродвигателей.

Основным недостатком является то, что потребность машины в паровой котельной не отпала.

В ЗАО «Шексна» изготовлена собственная конвективная сушильная машина для льнотресты (рис. 9).

Она удобна в эксплуатации из-за небольших габаритов и низкой энергоемкости. Агент сушки поступает от газового теплогенератора по воздуховоду 4 (рис. 9а, б), после чего по отводам 5 распределяется в сушильной камере. Для удаления отработанного воздуха из сушильной камеры в верхней ее части установлен один зонт, через который он поступает в теплогенератор.

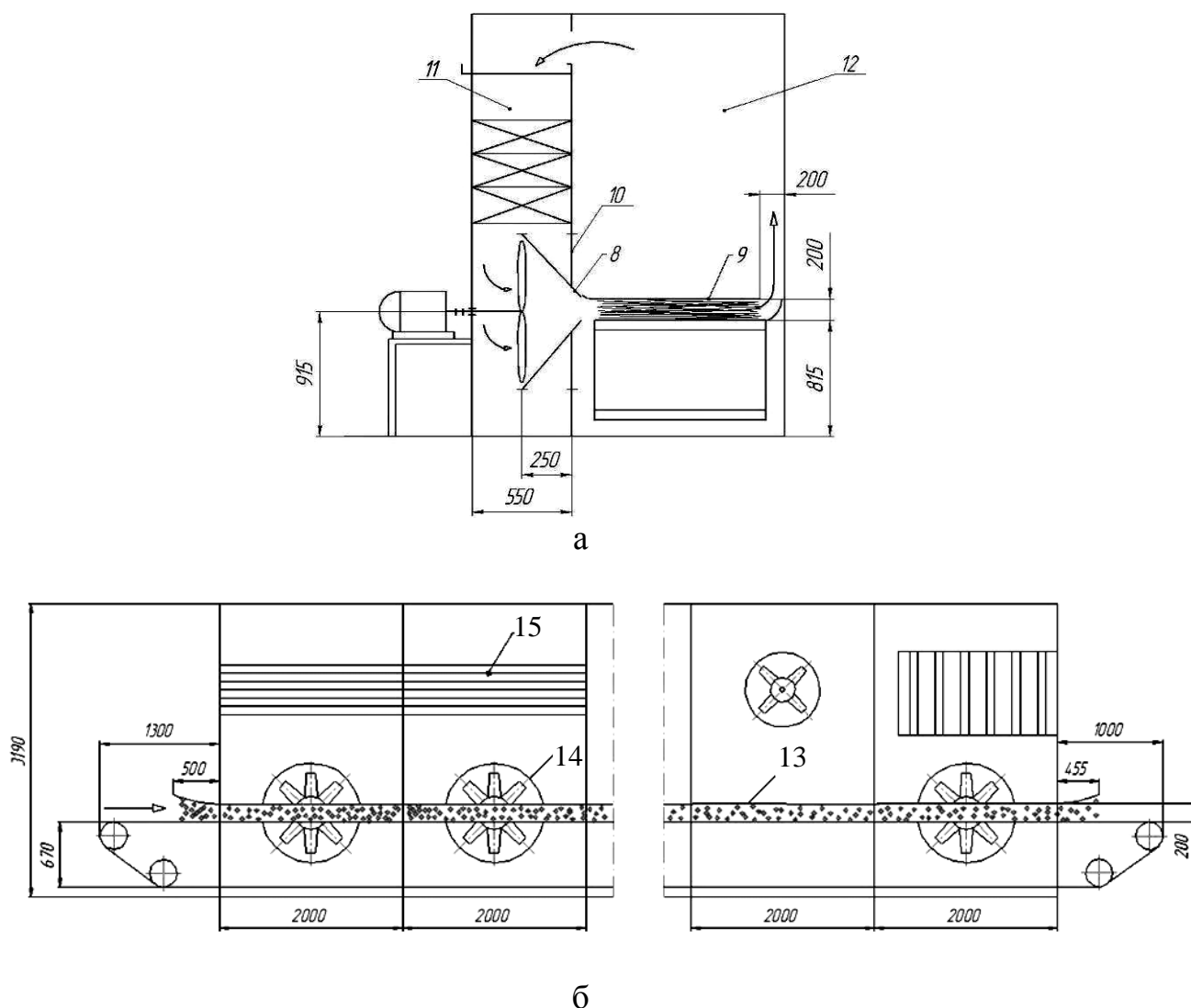


Рис. 8. Поперечная схема зоны сушки реконструированной СКП-1-10ЛУ1:
а – схема поперечная; б – схема продольная;
1 - фильтр; 2 - калорифер; 3 – вентилятор; 4 – двигатель; 5 – слой тресты;
6 – направляющий лист; 7 – транспортер; 8 – конфузор; 9 – ограничивающая планка; 10 – стальная пластина; 11 – калориферный коридор; 12 – сушильный коридор; в – продольная схема сушильной машины после модернизации:
13 – щель; 14 – циркуляционный вентилятор; 15 – калориферы

Преимущества машины: простота конструкции; малые габариты; небольшая энергоемкость; питание от теплогенератора.

Недостатки: низкий расход воздуха, которого недостаточно, чтобы обеспечить качественную подсушку; неравномерная просушка слоя; треста на выходе имеет повышенную влажность, так как длины машины (времени сушки недостаточно).

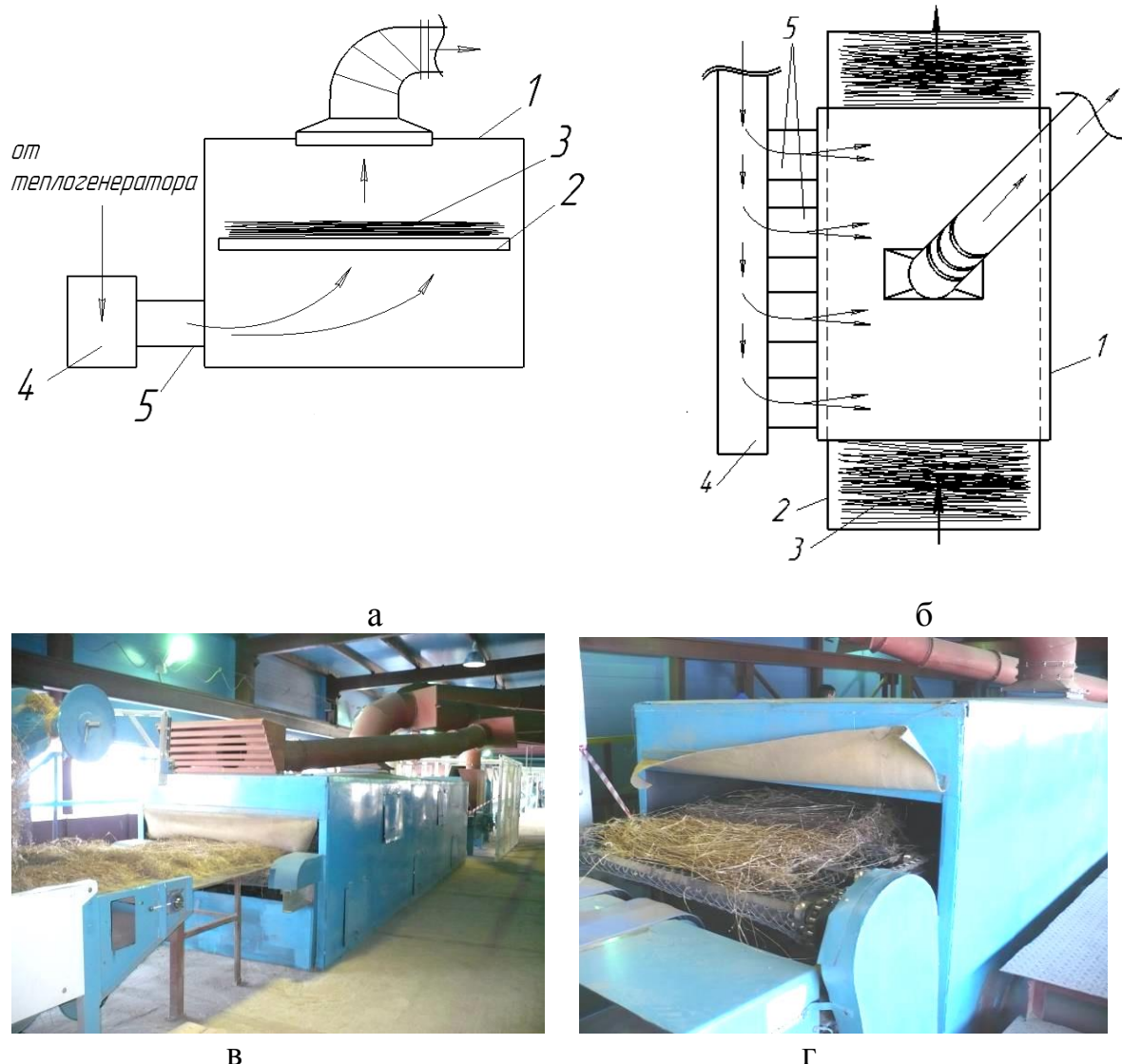


Рис. 9. Собственная разработанная сушильная машина для льнотресты:
а – вид с фронта; б – вид сверху; в – общий вид на сушильную машину;
г – выход льнотресты из сушильной машины

ВЫВОДЫ

1. Реконструкции сушильных машин СКП-1-10ЛУ и СКП-1-10ЛУ1 на льнозаводах исключают применение паровых котельных и основаны на использовании воздушных теплогенераторов различной мощности.
2. Основными элементами реконструкций машин на льнозаводах являются демонтирование осевых вентиляторов зон сушки, калориферов и установка воздухораспределителя под или над сетчатым транспортером.
3. Рассмотренные реконструкции не позволяют эффективно проводить процесс сушки стеблей льна долгунца в силу недостаточного расхода агента сушки, подаваемого в льнотресту, низкой его скорости продувки, а также из-за невозможности перекрыть всю длину и ширину транспортера.
4. Для эффективной реконструкции сушильных машин необходимо обеспечить требуемый (паспортный) расход агента сушки, его скорость и температуру, а также продувать слой льнотресты по всей его ширине.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Суметов, В.А. Сушка и увлажнение лубоволокнистых материалов : учебник для вузов / В.А. Суметов. – М.: Легкая индустрия, 1980. – 340 с.
2. Справочник по заводской первичной обработке льна / под общ. ред. В.И. Храмцова. – М.: Лег. и пищ. пром-сть, 1984. – 512 с.
3. Справочник по заводской первичной обработке льна : в 2 ч. Ч. 2. Инженерные системы технологических процессов [Электронный ресурс] / Э. В. Новиков, И. А. Румянцева, В. М. Каравайков, М. С. Енин, Н. М. Федосова, И. В. Сусоева, В. Б. Соколов. – Кострома : Изд-во Костром. гос. технол. унта, 2015. – 256 с.
4. Новиков Э.В. Модернизация сушильной машины СКП-1-10ЛУ (ЛУ1) / Э. В. Новиков, С. Ю. Легуша // Внедрение инновационных разработок в целях повышения экономической эффективности в льняном комплексе России. Материалы деятелей науки ВУЗов отечественных и зарубежных стран, научных работников организаций по производству и переработки льна, а также текстильных и машиностроительных предприятий. – Вологда, 2012. – С. 249-253.
5. Пат. РФ № 2390699. Установка для сушки лубяного сырья / А. П. Апыхин, М. М. Ковалев, Б. Н. Матвеев. – Заявл. 10.03.2009; опубл. 27.05.2010, Бюл. №15. – 7 с.