

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(21) **202091532** (13) **A1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ

(43) Дата публикации заявки
2020.09.15

(51) Int. Cl. *F26B 3/04* (2006.01)
F26B 15/12 (2006.01)
F26B 21/02 (2006.01)
F26B 23/00 (2006.01)

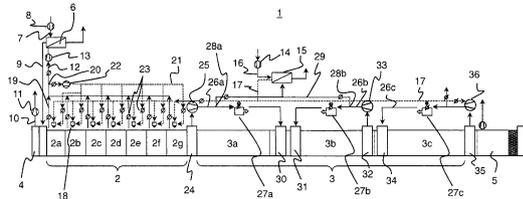
(22) Дата подачи заявки
2017.12.21

(54) СПОСОБ И УСТРОЙСТВО ДЛЯ СУШКИ ГИПСОВОЙ ПЛИТЫ

(86) PCT/EP2017/001436
(87) WO 2019/120462 2019.06.27
(71) Заявитель:
КНАУФ ГИПС КГ (DE)

(72) Изобретатель:
Мартин Юрген, Гребнер Госберт (DE)
(74) Представитель:
Медведев В.Н. (RU)

(57) Изобретение относится к устройству для сушки листов, содержащему транспортирующее устройство для транспортирования листов через устройство для сушки листов; первую ступень сушки, расположенную по направлению к переднему по ходу концу устройства для сушки листов и содержащую по меньшей мере одну сушильную камеру; средство подачи сушильного воздуха первой ступени для введения горячего воздуха в указанную по меньшей мере одну сушильную камеру указанной первой ступени сушки с помощью по меньшей мере одного впускного отверстия для сушильного воздуха; средство отвода воздуха для отвода выпускаемого воздуха из указанной по меньшей мере одной сушильной камеры указанной первой ступени сушки; вторую ступень сушки, расположенную сзади по ходу от первой ступени сушки и содержащую по меньшей мере одну сушильную камеру; средство перемещения для перемещения выпускаемого воздуха, отводимого из указанной по меньшей мере одной сушильной камеры первой ступени сушки, в указанную по меньшей мере одну сушильную камеру второй ступени сушки; средство подачи влажного сушильного воздуха для введения указанного выпускаемого воздуха в указанную по меньшей мере одну сушильную камеру указанной второй ступени сушки, причем указанное средство подачи влажного сушильного воздуха содержит по меньшей мере одно впускное отверстие для влажного сушильного воздуха для введения влажного сушильного воздуха в переднее по ходу положение второй ступени сушки; средство подачи дополнительного воздуха для введения дополнительного воздуха в указанную вторую ступень сушки через по меньшей мере одно впускное отверстие для дополнительного воздуха, расположенное сзади по ходу от указанного впускного отверстия для влажного сушильного воздуха. Кроме того, изобретение относится к способу сушки листов, в котором устройство для сушки листов применяется для сушки листов.



202091532

A1

A1

202091532

СПОСОБ И УСТРОЙСТВО ДЛЯ СУШКИ ГИПСОВОЙ ПЛИТЫ

Данное изобретение относится к устройству для сушки листов, в частности гипсовых строительных плит, особенно гипсокартонных плит, а также к способу сушки листов, в частности гипсовых строительных плит, особенно гипсокартонных плит.

Гипс способен дегидратироваться с образованием гипсового вяжущего материала (полугидрата сульфата кальция), который впоследствии может быть гидратирован и отлит, отформован или иным образом сформирован для получения полезных форм, таких как плиты. Гипс обычно готовят для использования в качестве гипсового вяжущего материала путем помола и прокаливания при относительно низких температурах от около 120 °С до 170 °С, обычно при атмосферном давлении.

При производстве гипсокартонных плит полугидрат сульфата кальция (гипсовый вяжущий материал) смешивают с водой и, необязательно, дополнительными добавками для получения вязкой суспензии. Затем указанную суспензию отливают на облицовочный слой, например слой бумаги, чтобы получить слои гипсовой суспензии определенной толщины. Самый верхний слой гипсовой суспензии затем покрывают еще одним облицовочным слоем. Сэндвич из двух облицовочных слоев со слоями гипсовой суспензии между ними затем проходит пару формирующих пластин и/или роликов для формирования плиты. Указанная структура проходит вдоль конвейерной линии, чтобы обеспечить возможность гипсовому вяжущему материалу регидратироваться и затвердеть. Во время отверждения вода вступает в реакцию с гипсовым вяжущим материалом с получением дигидрата сульфата кальция, что приводит к отверждению гипса путем перекристаллизации. Отвержденную структуру разрезают, чтобы получить несколько плит желаемой длины, и затем их перемещают в систему сушки, чтобы обеспечить возможность испарения избыточной воды.

Для обеспечения возможности обработки вязкой гипсовой суспензии в гипсовый вяжущий материал необходимо добавить достаточное количество воды, чтобы отрегулировать вязкость таким образом, чтобы суспензия могла быть подана насосом и отлита на облицовочный слой. Суспензия должна быть достаточно текучей на

облицовочном слое, чтобы равномерно распределяться по всей ширине облицовочного слоя. Следовательно, суспензия гипсового вяжущего материала должна содержать воду в гиперстехиометрическом количестве. Указанное количество воды, добавленное в гипсовый вяжущий материал, находится в избытке от стехиометрического количества воды, необходимого для схватывания гипса. Избыточная вода остается в слое гипса после схватывания, и указанная вода должна быть удалена путем испарения.

Характеристики гипсокартонной плиты определяются характеристиками слоев гипса и облицовочных слоев, прикрепленных на противоположных сторонах гипсовой слоистой структуры. В то время как гипсовые слои придают жесткость и ударную прочность указанной плите, облицовочные слои придают прочность на изгиб гипсокартонной плиты. Поэтому важно обеспечить достаточную адгезионную прочность между слоем гипса и облицовочными слоями.

Гипсокартонные плиты обычно производятся непрерывным способом на производственных линиях. Как описано выше, на первой стадии гипсовая суспензия отливается на облицовочный слой, а затем еще один облицовочный слой помещается поверх самого верхнего влажного слоя гипса. После того как слой гипса приобрел достаточную стабильность при отверждении, композит разрезают на плиты нужного размера. Затем плиты транспортируются в устройство для сушки для удаления избыточной воды. Удаление избыточной воды обычно производится путем контакта влажной плиты с горячим воздухом. Горячий воздух проходит вдоль поверхности плиты для поглощения водяного пара. Гипсокартонная плита высушивается, и одновременно воздух охлаждается за счет испарения воды. Гипсоволокнистые плиты также подлежат сушке в устройствах для сушки для испарения избыточной воды. Таким образом, в дальнейшем термин «гипсовая плита» означает «гипсокартонные плиты» и «гипсоволокнистые плиты» или другие «гипсовые строительные плиты», если не указано иное.

Поскольку сушка потребляет большое количество энергии, указанное количество избыточной воды, содержащейся в гипсовой суспензии, стараются поддерживать как можно ниже. В качестве дополнительной меры по снижению энергопотребления стараются

эффективно использовать тепло для сушки, например, путем рециркуляции воздуха, используемого для сушки. Затем воздух многократно контактирует с влажными плитами и нагревается после каждого контакта. Воздух все больше обогащается влагой. Часть циркулируемого влажного сушильного воздуха отделяется и отводится для удаления избыточной влаги из системы. Тепло, содержащееся во влажном выпускаемом воздухе, может быть извлечено, например, в теплообменнике для нагрева приточного воздуха.

Подвод тепла вдоль продольного направления устройства для сушки рассчитывается в соответствии с количеством избыточной воды, содержащейся в гипсовой плите. Гипсовые плиты имеют толщину в диапазоне около 6 – 60 мм. Из-за тепла, выделяемого в процессе схватывания, температура гипсовой плиты при входе в устройство для сушки составляет около 25 – 45 °С. Затем плита равномерно нагревается до температуры, составляющей приблизительно 80 – 110 °С, предпочтительно до около 90 – 100 °С для ускорения сушки. В начале процесса сушки гипсовая плита содержит большое количество воды. Следовательно, для ускорения сушки на влажную гипсовую плиту может подаваться большое количество тепла без опасности прокаливания внешних слоев гипсовой плиты, при этом дигидрат сульфата кальция несущественно дегидратируется до полугидрата сульфата кальция. Во время первой стадии процесса сушки горячий воздух обычно имеет температуру, составляющую более 200 °С, поэтому его можно использовать с большим массовым расходом. Из-за испарения воды гипсовая плита охлаждается, и температура гипса остается ниже около 100 °С даже в зоне, граничащей с облицовочными слоями, охватывающими слой гипса. Поэтому обеспечивается адгезия между слоями гипса и прикрепленными к ним облицовочными слоями.

Адгезия облицовочных слоев к слою гипса по меньшей мере частично обусловлена ростом кристаллов дигидрата сульфата кальция в материал облицовочного слоя. Чтобы предотвратить ухудшение адгезии между гипсом и облицовочным слоем, следует избегать нагревания слоя гипса до температуры, превышающей около 100 °С. Если температуры на

границе раздела гипс/облицовочный слой гипсокартонных плит поднимаются выше этого порога, дигидрат сульфата кальция превращается в полугидрат с потерей кристаллической структуры и, следовательно, также с потерей адгезии между гипсом и облицовочным слоем.

На более поздней стадии процесса сушки количество воды, все еще содержащейся в слоях гипса, становится ниже, и, следовательно, также уменьшается эффект охлаждения вследствие испарения воды. Кроме того, количество избыточной воды, содержащейся в центральной части плиты, является выше, чем в тех частях, которые находятся рядом с облицовочными слоями, расположенными снаружи гипсовой плиты.

В конце процесса сушки, когда гипсовая плита содержит только небольшое количество избыточной воды, подача тепла должна быть уменьшена, чтобы избежать избыточного нагрева внешних слоев гипса с образованием полугидрата сульфата кальция.

В конце процесса сушки температура воздуха, используемого для сушки, дополнительно понижается, так что сухие гипсовые плиты могут быть извлечены из устройства для сушки.

Выпускаемый воздух, накапливающийся во время процесса сушки, все еще содержит большое количество энергии, которая повторно используется в указанном процессе для повышения эффективности. Тепло может быть возвращено, например, в теплообменнике, в котором выпускаемый воздух направляется в противотоке к приточному холодному воздуху, так что выпускаемый воздух охлаждается, а приточный воздух нагревается. Когда выпускаемый воздух охлаждается ниже его точки росы, также можно использовать тепло конденсации для подогрева приточного воздуха.

В качестве альтернативы выпускаемый воздух можно повторно использовать непосредственно в процессе сушки. Это может быть сделано, например, путем смешивания выпускаемого воздуха с приточным воздухом и использования смеси в качестве выпускаемого воздуха сушильной секции.

Поскольку на ранней стадии процесса сушки используется воздух, имеющий высокую температуру, выпускаемый воздух все еще обладает достаточной сушильной способностью для использования в качестве сушильной среды на более поздней стадии процесса сушки. Влага, содержащаяся в сушильном воздухе, увеличивает теплоемкость воздуха, поэтому влажный воздух можно очень эффективно использовать для сушки гипсовых плит до тех пор, пока воздух обладает достаточной емкостью для дальнейшего поглощения влаги.

Однако, как уже обсуждалось, к концу процесса сушки температура сушильного воздуха подлежит снижению, чтобы избежать избыточного нагрева гипса с превращением дигидрата сульфата кальция в полугидрат сульфата кальция.

При снижении температуры сушильного воздуха необходимо следить за тем, чтобы она не опускалась ниже точки росы. Конденсация водяного пара ниже точки росы приводит к образованию жидкой воды. Конденсированная вода может ухудшить качество гипсовых плит и, в частности, вызвать коррозию устройства для сушки.

Следовательно, в устройствах для сушки современного уровня техники только часть выпускаемого воздуха, накапливающегося на ранних стадиях процесса сушки, непосредственно используется на более поздней стадии процесса сушки, а оставшаяся часть, например, подается в теплообменник для нагрева приточного воздуха.

Схватывание и сушка гипсовых плит производится непрерывно. Таким образом, производственные линии для гипсовых плит являются довольно длинными, и часто имеют длину, составляющую несколько сотен метров. Поэтому такие производственные линии имеют достаточно высокие требования по пространству.

В документе US 2012/0246966 A1 описаны способ и устройство для сушки листов. Листы направляются через сушилку, разделенную на сушильные камеры, и приводятся в контакт с сушильным воздухом посредством аэрации падающей струей. При аэрации падающей струей используются сопловые коробки с поперечной аэрацией. Стадия сушки

разделена на основную стадию сушки и конечную стадию сушки. Выпускаемый воздух отдельных сушильных камер основной стадии собирается и вводится в конечной стадии сушки. На практике выпускаемый воздух основной стадии сушки вводят в камеру давления одной или большего количества сушильных камер в первой половине конечной стадии сушки. Часть рециркулируемого выпускаемого воздуха используется для сушки в сушильной камере, а другая часть вводится во всасывающую камеру соответствующей последующей сушильной камеры. Выпускаемый воздух из одной или большего количества сушильных камер во второй половине указанной конечной стадии сушки удаляется при значительно более низкой температуре.

В документе US 6,837,706 B2 описана сушильная установка для гипсокартонных плит с устройством подачи, содержащим несколько роликовых узлов подачи, расположенных на уровнях один над другим. Секция сушки в целом разделена на несколько зон, в частности три продольно вентилируемые зоны: две высокотемпературные зоны и последующая низкотемпературная зона. Из-за высокой производительности переднего по ходу производственного завода и длительного времени пребывания сушильные установки являются очень длинными. В зонах высокой температуры над и под отдельными узлами роликовой подачи расположены черные плиты, которые проходят по ширине узлов роликовой подачи. Указанные черные плиты нагреваются исключительно с помощью протекающего сушильного воздуха и передают дополнительное тепло в гипсокартонную плиту путем излучения. Из-за увеличенного коэффициента теплопередачи можно уменьшить длину сушильной установки.

В документе US 5,659,975 описан процесс сушки плиты и сушилка. Для сушки плит плиты направляются на стойки через сушилку и приводятся в контакт с сушильным воздухом на двух стадиях. На стадии А с более высокой мощностью сушки сушильный воздух подается при более высокой температуре и с по меньшей мере средней влажностью, а на другой стадии В он подается при средней температуре и с низкой влажностью.

Выходящий воздух со стадии А подается на стадию В через теплообменник, расположенный в стойке сушилки. Сушильный воздух на стадии В подается противотоком через сушилку с низкой влажностью и температурой, так что плиты на стадии В высушиваются как за счет теплоты конденсации, так и за счет теплоты излучения. Таким образом, для переноса теплоты конденсации требуется только уменьшенный массовый расход сушильного воздуха. Потребление первичной и вторичной энергии является низким.

В документе US 2015/0308739 A1 описана система сушки для сушки плит, в которой плита транспортируется через устройство для сушки в продольном направлении. Ролики предназначены для поддержки плиты в опорной плоскости, содержащей продольное направление сушилки. Для направления потока воздуха к поверхностям плиты предусмотрены средства подачи воздуха. Средство впуска воздуха содержит нижний и верхний каналы, проходящие поперек продольного направления сушилки. Нижний и верхний каналы имеют совокупность отверстий для направления потока воздуха соответственно к нижней и верхней сторонам плиты. Воздух, вводимый через указанные отверстия, выровнен с продольной осью сушилки. Тем самым увеличивается время контакта между воздухом и нижележащими плитами и, следовательно, скорость сушки. Благодаря наличию более крупных каналов относительно пространства, доступного между соседними роликами, размер зазоров между каналами и плитами может быть уменьшен и/или размер поверхности канала, противоположной соответствующей поверхности плиты, может быть увеличен, таким образом, помогая направить поток воздуха в продольном направлении сушилки.

Годовой объем производства гипсокартонных плит может составлять несколько миллионов квадратных метров на одну производственную площадку. Следовательно, энергия, необходимая для сушки влажных гипсокартонных плит, достаточно высока, и существует постоянная потребность в дальнейшем снижении энергетических потребностей

при производстве гипсокартона. Кроме того, создание новой производственной линии требует значительных финансовых инвестиций.

Следовательно, целью заявленного изобретения является создание устройства для сушки листов, в частности гипсокартонных плит, а также способа сушки листов, в частности гипсокартонных плит, который имеет высокую эффективность сушки при низком энергопотреблении, и при этом указанное устройство предпочтительно имеет низкие инвестиционные затраты и меньшие требования к пространству, чем производственные линии, известные из современного уровня техники.

Эти цели решаются с помощью устройства для сушки листов в соответствии с п. 1 и способа сушки листов в соответствии с п. 6.

В соответствии с первым аспектом данного изобретения предоставлено устройство для сушки листов, содержащее:

- транспортирующее устройство для транспортирования листов через устройство для сушки листов,
- первую ступень сушки, расположенную по направлению к переднему по ходу концу устройства для сушки листов и содержащую по меньшей мере одну сушильную камеру,
- средство подачи сушильного воздуха первой ступени для введения горячего воздуха в указанную по меньшей мере одну сушильную камеру указанной первой ступени сушки с помощью по меньшей мере одного впускного отверстия для сушильного воздуха;
- средство отвода воздуха для отвода выпускаемого воздуха из указанной по меньшей мере одной сушильной камеры указанной первой ступени сушки,
- вторую ступень сушки, расположенную сзади по ходу от первой ступени сушки и содержащую по меньшей мере одну сушильную камеру;
- средство перемещения для перемещения выпускаемого воздуха, отводимого из указанной по меньшей мере одной сушильной камеры первой ступени сушки, в указанную по меньшей мере одну сушильную камеру второй ступени сушки;
- средство подачи влажного сушильного воздуха для введения указанного выпускаемого воздуха в указанную по меньшей мере одну сушильную камеру указанной второй ступени сушки, причем указанное средство подачи влажного

сушильного воздуха содержит по меньшей мере одно впускное отверстие для влажного сушильного воздуха для введения влажного сушильного воздуха в переднее по ходу положение второй ступени сушки;

- средство подачи дополнительного воздуха для введения дополнительного воздуха в указанную вторую ступень сушки через по меньшей мере одно впускное отверстие для дополнительного воздуха, расположенное сзади по ходу от указанного впускного отверстия для влажного сушильного воздуха.

В устройстве для сушки листов в соответствии с данным изобретением выпускаемые газы, отводимые с первой ступени сушки и все еще имеющие довольно высокую температуру, вводятся во вторую ступень сушки для использования для дальнейшей сушки листов. Влажность, содержащаяся в этих выпускаемых газах, обусловлена испарением воды из листов в первой ступени сушки. Более высокая влажность сушильного воздуха приводит к более высокой эффективности сушки.

В устройстве для сушки листов в соответствии с изобретением предусмотрены средства подачи дополнительного воздуха для введения дополнительного воздуха во вторую ступень сушки через по меньшей мере одно впускное отверстие для дополнительного воздуха, расположенное сзади по ходу от впускного отверстия для влажного сушильного воздуха. Дополнительный воздух смешивается с влажным сушильным воздухом, содержащим выпускаемый воздух, перемещаемый с первой ступени сушки и вводимый во вторую ступень сушки в переднее по ходу положение второй ступени сушки, а затем продвигается в заднее по ходу положение. В передней по ходу части второй ступени сушки влажный сушильный воздух забирает дополнительную влагу из листов, в частности гипсовых плит, предварительно высушенных в первой ступени сушки и продвигается через вторую ступень сушки. Поглощение влаги влажным сушильным воздухом одновременно охлаждает влажный сушильный воздух, что приводит к повышению его точки росы. Чтобы избежать избыточного нагрева листов, температуру сушки, которая эквивалентна температуре влажного сушильного воздуха, необходимо снизить по направлению к заднему по ходу концу второй ступени сушки, в то время как

листы продвигаются в заднем по ходу направлении во второй ступени сушки. Количество влаги, содержащейся в листе, уменьшается, и, следовательно, также уменьшается охлаждающий эффект, налагаемый на листы с помощью испарения воды. Поэтому температура воздуха и температура листов, продвигающихся через вторую ступень сушки, сходятся. Чтобы избежать прокаливания дигидрата сульфата кальция с образованием полугидрата или ангидрита сульфата кальция, температуру листов следует поддерживать ниже порогового значения. При сушке гипсовых плит температура должна поддерживаться ниже около 100 °С, чтобы избежать прокаливания. Путем добавления дополнительного воздуха к потоку влажного сушильного воздуха в заднее по ходу положение второй ступени сушки можно снизить точку росы влажного сушильного воздуха и, если необходимо, охладить влажный сушильный воздух путем соответствующего выбора температуры дополнительного воздуха. Таким образом, предотвращается конденсация жидкой воды и избыточный нагрев листов.

Предпочтительно впускное отверстие для дополнительного воздуха расположено в положении сзади по ходу, составляющем по меньшей мере 30%, предпочтительно по меньшей мере 40% от общей длины второй ступени сушки.

Поскольку температуру и точку росы влажного сушильного воздуха можно регулировать в заднем по ходу положении второй ступени сушки, добавляя дополнительный воздух, можно использовать большой массовый расход, предпочтительно весь выпускаемый воздух из первой ступени сушки. Выпускаемый воздух имеет высокое содержание энергии. Из-за высокой температуры и/или высокого содержания влаги, которую можно повторно использовать без опасности конденсации воды по направлению к концу второй ступени сушки или опасности избыточного нагрева гипсовой плиты на завершающей фазе процесса сушки, которая может инициировать превращение дигидрата сульфата кальция в полугидрат сульфата кальция. Температуру дополнительного воздуха можно регулировать соответствующим образом, чтобы охлаждать влажный сушильный

воздух, содержащий выпускаемый воздух с первой ступени до уровня, позволяющего избежать превращения дигидрата кальция в полугидрат и снизить точку росы сушильной среды (путем разбавления его с сухим дополнительным воздухом) достаточно, чтобы избежать конденсации воды.

Под горячим воздухом понимается воздух, вводимый в сушильную камеру первой ступени сушки для сушки листов в первой ступени сушки.

Предполагается, что выпускаемый воздух, отводимый из первой ступени сушки, является по меньшей мере частью сушильного воздуха, накапливающегося во время сушки листов, в частности гипсовых листов, в первой ступени сушки и отводимого с первой ступени сушки. Выпускаемый воздух, отводимый с первой ступени сушки, может быть сформирован выпускаемым воздухом, отводимым из одной или большего количества сушильных камер, образующих первую ступень сушки или образующих часть первой ступени сушки. В частности, в варианте осуществления, в котором первая ступень сушки содержит более одной сушильной камеры, сушильные камеры могут работать при разных температурах. Выпускаемый воздух, отобранный из первой ступени сушки, может затем в соответствии с вариантом осуществления быть сформирован только частью выпускаемого газа, взятого из конкретных сушильных камер, например из сушильных камер, где листы сушат при более высокой температуре, чем в других сушильных камерах первой ступени сушки. В соответствии с другим вариантом осуществления выпускаемый воздух, отводимый с первой ступени сушки, формируется комбинированным выпускаемым воздухом, взятым из всех сушильных камер первой ступени сушки.

Под влажным сушильным воздухом следует понимать воздух, используемый для сушки листов во второй ступени сушки, в частности, гипсовых плит. Влажный сушильный воздух по меньшей мере частично сформирован выпускаемым газом, отводимым из первой ступени сушки. Влажный сушильный воздух содержит влагу, собранную в первой ступени сушки. Влажный сушильный воздух может быть сформирован полностью из выпускаемого

газа, отводимого из первой ступени сушки или может дополнительно содержать воздух из других источников. При входе во вторую ступень сушки влажный сушильный воздух может иметь температуру, обеспечиваемую выпускаемым воздухом, отводимым из первой ступени сушки, или может иметь более высокую температуру, например, путем нагрева выпускаемого воздуха из первой ступени сушки в нагревательном устройстве.

Под дополнительным воздухом понимается (внешний) воздух, который содержит меньше воды, чем влажный сушильный воздух, вводимый во вторую ступень сушки.

Листы, в частности гипсовые плиты, транспортируются через устройство для сушки листов в соответствии с данным изобретением. Транспортировка листов происходит в продольном направлении. Под продольным направлением понимается направление, соответствующее направлению продвижения листов через устройство для сушки листов. Устройство для сушки листов обычно имеет самое большое удлинение в продольном направлении, при этом листы подаются в устройство для сушки листов на одном конце устройства, а выходят листы из устройства на противоположном конце.

Под поперечным или перекрестным направлением понимается направление, ортогональное продольному направлению и параллельное плоскости листов.

Под вертикальным направлением понимается направление, ортогональное продольному направлению и ортогональное плоскости листов.

Под плоскостью листов понимают плоскость листов, имеющую наибольшее удлинение. Толщина листа является удлинением листа в направлении, ортогональном плоскости листов. Листы имеют ровную форму с плоскими поверхностями на противоположных сторонах листа.

Листы поступают в устройство для сушки листов на одном конце устройства для сушки листов, а покидают устройство на противоположном конце. Под «передним по ходу» понимается место в устройстве для сушки листов, расположенное ближе к тому концу устройства, где листы поступают в устройство для сушки листов. Под «задним по ходу»

понимается место в устройстве для сушки листов, расположенное ближе к тому концу устройства, где листы покидают устройство для сушки листов.

Устройство для сушки листов содержит транспортирующее устройство для транспортирования листов через устройство для сушки листов. Могут быть использованы транспортирующие устройства, известные из современного уровня техники. Примерами транспортирующих устройств являются ленточные конвейеры или роликовые конвейеры. Транспортирующее устройство обеспечивает возможность непрерывного транспортирования листов через устройство для сушки листов.

Транспортирующее устройство транспортирует листы, в частности гипсовые плиты, через устройство для сушки в продольном направлении от переднего по ходу конца устройства для сушки к заднему по ходу концу устройства для сушки. На переднем по ходу конце устройства для сушки листы перемещаются из устройства для изготовления листов, в частности устройства для формирования гипсовых плит, в устройство для сушки. В таком устройстве для изготовления листов листы формируются и, в соответствии с вариантом осуществления, обрезаются до определенного размера. Устройство для изготовления листов и устройство для сушки листов могут совместно образовывать производственные единицы в непрерывной производственной линии для изготовления, например, гипсовых плит.

Транспортирующее устройство может быть сконструировано для транспортировки листов один за другим через устройство для сушки в одном ярусе. В соответствии с вариантом осуществления транспортирующее устройство содержит несколько ярусов, расположенных один над другим. Затем листы могут транспортироваться через устройство для сушки одновременно в нескольких ярусах.

Производительность устройства для изготовления листов обычно довольно высока. Поскольку сушка листов требует времени для достижения желаемого уровня влажности в листах, использование сушилки, содержащей несколько ярусов, позволяет увеличить

производительность сушилки при требованиях к ограниченному пространству и регулировать производительность сушилки в соответствии с производительностью устройства для изготовления листов.

В соответствии с вариантом осуществления количество ярусов, составляющих сушилку, выбирается в диапазоне от 4 до 16, в соответствии с дополнительным вариантом осуществления в диапазоне от 8 до 12.

В соответствии с вариантом осуществления каждый ярус снабжен транспортирующим устройством для непрерывной транспортировки листов через устройство для сушки.

Ширина транспортирующего устройства выбирается, чтобы обеспечить возможность транспортировки листов через сушильные камеры первой и второй ступеней сушки. В соответствии с вариантом осуществления ширина транспортирующего устройства, выбирается в диапазоне от 2 метров до 6 метров, в соответствии с дополнительным вариантом осуществления в диапазоне от 3 метров до 5 метров. Ширина транспортирующего устройства относится к ширине средства, используемого для транспортировки листов, например ширине ленты, продвигающейся через устройство для сушки, или ширине ролика, используемого для транспортировки листов. Затем несколько листов которые должны транспортироваться через устройство для сушки могут быть расположены рядом в поперечном направлении транспортирующего устройства.

Первая ступень сушки располагается по направлению к переднему по ходу концу устройства для сушки листов и содержит по меньшей мере одну сушильную камеру первой ступени.

Листы поступают в устройство для сушки, поступая по меньшей мере в одну сушильную камеру первой ступени на переднем по ходу конце первой ступени сушки.

В соответствии с вариантом осуществления, средства предварительного нагрева листов могут быть обеспечены спереди по ходу от первой ступени сушки. Листы получают

из устройства для изготовления листов и они должны быть нагреты, чтобы начать испарение воды. Отдельное устройство для предварительного нагрева листов может быть обеспечено спереди по ходу от первой сушильной камеры первой ступени сушки. Конечно, устройство для предварительного нагрева листов также может быть интегрировано в устройство для сушки листов.

Листы, в частности гипсовые листы, транспортируются в продольном направлении через первую ступень сушки с помощью средства транспортировки. На первой ступени сушки часть воды, содержащейся в листах, удаляется. Для удаления воды на листы подается тепло. В соответствии с вариантом осуществления тепло подается горячим воздухом, протекающим вдоль поверхности листов, тем самым поглощая влагу.

Предусмотрено средство подачи горячего воздуха первой ступени для введения горячего воздуха в по меньшей мере одну сушильную камеру первой ступени сушки и средство отвода воздуха для отвода выпускаемого воздуха из указанной по меньшей мере одной сушильной камеры первой ступени сушки. В качестве впускного отверстия для горячего воздуха первой ступени можно использовать средства введения горячего воздуха, известные из современного уровня техники. В соответствии с вариантом осуществления предусмотрены сопла для направления потока горячего воздуха на поверхность листов.

В соответствии с вариантом осуществления впускные отверстия для горячего воздуха предусмотрены над и под плоскостью транспортировки листов в по меньшей мере одной сушильной камере первой ступени сушки. Путем продувания горячего воздуха на обеих поверхностях листа, в частности гипсовой плиты, можно повысить скорость сушки и достичь гомогенного прогресса в сушке листа, тем самым избегая образования трещин или развития неровной поверхности в листе.

В соответствии с вариантом осуществления впускные отверстия для горячего воздуха для введения горячего воздуха расположены на переднем по ходу конце первой ступени сушки устройства для сушки листов, в частности на переднем по ходу конце первой

сушильной камеры первой ступени сушки, рядом с вводом листов в по меньшей мере одну сушильную камеру первой ступени сушки устройства для сушки листов. Горячий воздух затем продвигается вдоль поверхности листов в продольном направлении, параллельном направлению транспортировки листов, через устройство для сушки листов.

Горячий воздух может быть введен только в одном месте в первую ступень сушки через первые впускные отверстия для горячего воздуха. Однако в соответствии с вариантом осуществления также возможно разместить дополнительные впускные отверстия для горячего воздуха для введения горячего воздуха в первую ступень сушки в местах сзади по ходу от первых впускных отверстий для горячего воздуха.

В соответствии с вариантом осуществления впускные отверстия для горячего воздуха могут быть расположены в промежуточном положении между обеими боковыми сторонами средства для сужения или на одной, или на обеих боковых сторонах средства транспортировки. В соответствии с вариантом осуществления поток воздуха может быть введен в направлении, параллельном продольному направлению. Поток воздуха может иметь одинаковое или противоположное направление относительно направления транспортировки листов.

Для приготовления горячего воздуха в средстве подачи сушильного воздуха первой ступени может быть предусмотрено воздушнонагревательное устройство. Для нагрева воздуха могут быть использованы воздушнонагревательные устройства, известные из современного уровня техники. Воздух направляется в воздушнонагревательное устройство с помощью средства подачи воздуха. Типичными воздушнонагревательными устройствами являются теплообменники, в которых воздух перемещается в противотоке к теплоносителю и тем самым нагревается. Таким теплоносителем может быть, например, выпускаемый воздух, имеющий высокое содержание водяного пара. В соответствии с другим вариантом осуществления в средстве подачи сушильного воздуха первой ступени предусмотрена по меньшей мере одна горелка и воздух нагревается путем сжигания топлива или природного

газа. Затем горячий воздух вводится в по меньшей мере одну сушильную камеру первой ступени сушки на впускном отверстии для сушильного воздуха.

Дополнительно предусмотрено средство отвода выпускаемого воздуха для отвода выпускаемого воздуха из указанной по меньшей мере одной сушильной камеры указанной первой ступени сушки. После поглощения влаги из листов горячий воздух отводится из по меньшей мере одной сушильной камеры первой ступени сушки в виде выпускаемого воздуха. Поскольку отводимый выпускаемый воздух имеет высокую температуру и может иметь дополнительную емкость для поглощения воды, отводимый выпускаемый воздух можно повторно использовать для (дальнейшей) сушки листов.

В соответствии с вариантом осуществления часть выпускаемого воздуха, отводимого после продвижения вдоль листов и после поглощения влаги из листов, рециркулируется и повторно вводится в первую ступень сушки, например, в переднее по ходу положение в качестве рециркулируемого воздуха.

В соответствии с вариантом осуществления предусмотрено средство разделения для разделения потока выпускаемого воздуха, отводимого из по меньшей мере одной сушильной камеры первой ступени, на выпускаемую часть, образующую выпускаемый воздух, и рециркулируемую часть, которая должна быть повторно введена в первую ступень сушки в форме рециркулируемого воздуха.

В соответствии с вариантом осуществления средства разделения являются регулируемые, чтобы регулировать выпускаемую часть и рециркулируемую часть выпускаемого воздуха, отводимого из по меньшей мере одной сушильной камеры первой ступени сушки. Предпочтительно весь выпускаемый воздух рециркулируется.

В соответствии с вариантом осуществления предусмотрена рециркуляционная труба. Указанная рециркуляционная труба соединена со средством разделения для приема рециркулируемой части выпускаемого воздуха, отводимого из по меньшей мере одной сушильной камеры первой ступени сушки. Рециркуляционная труба дополнительно

соединена с по меньшей мере одной сушильной камерой первой ступени сушки для повторного введения рециркулируемого воздуха через впускное отверстие для горячего воздуха.

В рециркуляционной трубе могут быть предусмотрены нагревательные средства, например горелка, для подогрева рециркулируемого воздуха перед повторным введением в первую ступень сушки. Кроме того, в рециркуляционной трубе может быть предусмотрено средство приведения в движение, например, вентилятор или компрессор, для приведения в движение рециркулируемого воздуха через рециркуляционную трубу.

Выпускаемый воздух, отводимый из по меньшей мере одной сушильной камеры первой ступени сушки, собирается и по меньшей мере частично перемещается во вторую ступень сушки с помощью средства перемещения для перемещения выпускаемого воздуха, отводимого из указанной по меньшей мере одной сушильной камеры первой ступени сушки, в по меньшей мере одну сушильную камеру второй ступени сушки. Выпускаемый воздух может смешиваться с другим воздухом, например воздухом, рециркулируемым во второй ступени сушки, и формировать влажный сушильный воздух, который используется в качестве сушильной среды во второй ступени сушки. Влажный сушильный воздух затем подается во вторую ступень сушки на впускном отверстии для влажного сушильного воздуха, расположенном в переднем по ходу положении второй ступени сушки.

В соответствии с вариантом осуществления влажный сушильный воздух содержит выпускаемый воздух, собранный из первой ступени сушки, который затем непосредственно вводится во вторую ступень сушки. Средство перемещения затем может быть образовано простой трубой, перемещающей выпускной газ из первой ступени сушки во вторую ступень сушки.

В соответствии с дополнительным вариантом осуществления, между последней сушильной камерой первой ступени, расположенной на заднем по ходу конце первой ступени сушки, и первой сушильной камерой второй ступени, расположенной на переднем

по ходу конце второй ступени сушки, предусмотрен обходной путь Обходным путем может быть, например, отверстие, используемое для перемещения листов между сушильными камерами. Выпускаемый воздух первой ступени сушки затем может поступать во вторую ступень напрямую, проходя из сушильной камеры первой ступени в сушильную камеру второй ступени.

Может быть предусмотрено всасывающее средство для содействия перемещению выпускаемого воздуха из последней сушильной камеры первой ступени, расположенной на заднем по ходу конце первой ступени сушки, во вторую ступень сушки.

В соответствии с еще одним вариантом осуществления выпускаемый воздух, собранный из первой ступени сушки, может быть нагрет до более высокой температуры перед его введением во вторую ступень сушки. Соответственно, в линии для перемещения предусмотрен нагреватель, например, горелка, и выпускаемый воздух, отводимый из указанной по меньшей мере одной сушильной камеры первой ступени сушки, нагревается перед поступлением во вторую ступень сушки на впускном отверстии для влажного сушильного воздуха. Впускное отверстие для влажного сушильного воздуха расположено в переднем по ходу положении второй ступени сушки.

Вторая ступень сушки, содержащая по меньшей мере одну сушильную камеру, расположена сзади по ходу от первой ступени сушки.

Вторая ступень сушки может иметь конструкцию, аналогичную первой ступени сушки, или может иметь конструкцию, отличную от конструкции первой ступени сушки.

Первая ступень сушки устройства для сушки образована сушильными камерами, в которых собирается выпускаемый воздух. Вторая ступень сушки образована сушильными камерами, в которых выпускаемый воздух, собранный в первой ступени сушки, используется для сушки листов, предварительно высушенных в первой ступени сушки.

На переднем по ходу конце второй ступени сушки листы, которые были частично высушены в первой ступени сушки, вводятся и транспортируются в продольном

направлении через вторую ступень сушки, при этом подвергаются дополнительной сушке и выходят на заднем по ходу конце второй ступени сушки, противоположном переднему по ходу концу.

Листы, в частности гипсовые плиты, транспортируются через вторую ступень сушки с помощью средств транспортировки. Средства транспортировки предпочтительно сконструированы таким образом, что достигается непрерывное перемещение листов из первой ступени сушки во вторую ступень сушки.

Во второй ступени сушки частично высушенные листы, в частности гипсовые плиты, дополнительно сушат для удаления остаточной влаги, все еще содержащейся в листах после прохождения первой ступени сушки. Поскольку количество воды, все еще содержащейся в листах, становится меньше, в частности, к концу процесса сушки, необходимо следить за тем, чтобы не нагревать листы избыточно. К концу второй ступени сушки листы могут быть охлаждены перед выходом из второй ступени сушки.

Во второй ступени сушки предусмотрено по меньшей мере одно впускное отверстие для влажного сушильного воздуха для введения влажного сушильного воздуха, содержащего выпускаемый воздух, отводимый в первой ступени сушки.

Впускное отверстие для влажного сушильного воздуха расположено в переднем по ходу положении по меньшей мере одной сушильной камеры второй ступени сушки.

Средство отвода второй ступени предусмотрено в по меньшей мере одной сушильной камере второй ступени сушки для отвода влажного сушильного воздуха после прохождения по меньшей мере одной сушильной камеры второй ступени сушки.

В соответствии с вариантом осуществления, впускное отверстие для влажного сушильного воздуха и средство отвода второй ступени предусмотрены на противоположных концах по меньшей мере одной сушильной камеры или рядом с ними. В соответствии с вариантами осуществления, впускное отверстие для влажного сушильного воздуха и средство отвода второй ступени могут быть расположены на переднем по ходу и

заднем по ходу концах по меньшей мере одной сушильной камеры для создания продольного потока воздуха для влажного сушильного воздуха или могут быть расположены в поперечном направлении от направления транспортировки, создавая поперечный поток влажного сушильного воздуха.

В соответствии с данным изобретением предусмотрено средство подачи дополнительного воздуха для введения дополнительного воздуха в указанную вторую ступень сушки на впускном отверстии для дополнительного воздуха, расположенном сзади по ходу от указанного впускного отверстия для влажного сушильного воздуха.

Как уже объяснялось выше, к концу процесса сушки количество свободной воды, содержащейся в листах, в частности в гипсовых плитах, становится низким, а эффективность охлаждения, вызванная испарением воды, снижается. Кроме того, количество свободной воды, содержащейся в сердцевине листа, в частности гипсовой плите, выше, чем на поверхностях листа или близко к ним. Для испарения вода должна диффундировать от сердцевины листа по направлению к поверхности листа, чтобы затем испариться. В частности, в гипсокартонных плитах вода также должна проходить облицовочный слой, если он предусмотрен на наружных поверхностях внешнего гипсового слоя.

Посредством обеспечения средства подачи дополнительного воздуха сзади по ходу от впускного отверстия для влажного сушильного воздуха можно регулировать профиль температуры и профиль влажности сушильного воздуха в продольном направлении второй ступени сушки. Высокие температуры при относительно высоких уровнях влажности могут использоваться на более ранних стадиях второй ступени сушки, тем самым повышая эффективность процесса сушки. При введении дополнительного воздуха точка росы влажного сушильного воздуха снижается, и температура влажного сушильного воздуха может быть снижена без инициирования конденсации жидкой воды. Температура и

влажность дополнительного воздуха могут быть отрегулированы соответствующим образом.

В соответствии с вариантом осуществления во второй ступени сушки предусмотрен нагреватель для нагрева дополнительного воздуха. Нагреватель может быть в соответствии с вариантом осуществления теплообменником, использующим тепло, генерируемое на другой стадии процесса, или может быть горелкой в соответствии с другим вариантом осуществления. Горелка может использовать топливо для подготовки дополнительного воздуха.

Нагреватель может быть предусмотрен в линии подачи для введения дополнительного воздуха во вторую ступень сушки. В линии подачи приточный воздух или наружный воздух могут подаваться в нагреватель для получения дополнительного воздуха. Затем дополнительный воздух подается во вторую ступень сушки.

Дополнительный воздух может подаваться непосредственно в сушильную камеру второй ступени сушки.

В соответствии с другим вариантом осуществления предусмотрена линия рециркуляции второй ступени для рециркуляции влажного сушильного воздуха внутри второй ступени сушки, предпочтительно в последние сушильные камеры. При прохождении через сушильную камеру второй ступени емкость для адсорбции влаги влажным сушильным воздухом используется не полностью. Поэтому, по меньшей мере часть влажного сушильного воздуха может рециркулироваться и снова поступать в сушильные камеры второй ступени.

В соответствии с вариантом осуществления в линии рециркуляции второй ступени предусмотрена горелка. Горелка нагревает рециркулированный влажный сушильный воздух, прежде чем влажный сушильный воздух снова поступает в сушильную камеру второй ступени.

В соответствии с дополнительным вариантом осуществления в линии рециркуляции второй ступени может быть предусмотрено средство ускорения потока влажного сушильного воздуха в линии рециркуляции второй ступени, например, вентилятор или компрессор.

Для удаления влаги из устройства для сушки в линии рециркуляции второй ступени может быть предусмотрен разделитель второй ступени, и часть влажного сушильного воздуха, протекающего в линии рециркуляции второй ступени, рециркулируется в сушильную камеру, а другая часть влажного сушильного воздуха удаляется из устройства для сушки.

Для повторного использования тепла, содержащегося во влажном сушильном воздухе, удаляемом из устройства для сушки, в отводной линии для отвода влажного сушильного воздуха, удаленного из сушильного устройства, может быть предусмотрен теплообменник.

В соответствии с вариантом осуществления в линии рециркуляции второй ступени предусмотрено впускное отверстие для дополнительного воздуха. Затем дополнительный воздух интенсивно смешивается с влажным сушильным воздухом перед повторным входом в сушильную камеру второй ступени и контактированием с листьями. Таким образом достигается гомогенная сушка листов.

В соответствии с дополнительным вариантом осуществления в линии рециркуляции второй ступени предусмотрено впускное отверстие для дополнительного воздуха, расположенное сзади по ходу от нагревательного устройства для нагрева рециркулируемого влажного сушильного воздуха, в частности горелки.

В соответствии с вариантом осуществления, вторая ступень сушки содержит более одной сушильной камеры. Затем листья последовательно проходят через сушильные камеры, которые располагаются одна за другой. В стенках сушильных камер второй ступени предусмотрены отверстия, которые обеспечивают возможность перемещения

листов из одной сушильной камеры в соседнюю сушильную камеру. Предпочтительно, размер указанных отверстий выбирается таким образом, чтобы только ограниченные количества влажного сушильного воздуха, используемого в конкретной сушильной камере для сушки, перемещались в соседнюю сушильную камеру, и обмен влажным сушильным воздухом между соседними сушильными камерами поддерживался минимальным.

Направление потока воздуха в сушильных камерах первой и второй ступеней сушки может быть выбрано либо продольным, либо поперечным. В сушильных камерах первой и второй ступеней сушки направление воздушного потока может быть одинаковым или может различаться.

Под продольным потоком воздуха понимается поток воздуха в продольном направлении устройства для сушки листов. Поток воздуха может быть направлен в направлении транспортировки листов или может быть противоположен направлению транспортировки листов. Для продольного потока воздуха средство подачи воздуха и средство отвода воздуха расположены в соответствии с вариантом осуществления на противоположных концах сушильной камеры или рядом с ними в продольном направлении. В варианте осуществления, в котором первая и/или вторая ступень сушки содержит более одной сушильной камеры, направление продольного потока воздуха может быть выбрано индивидуально для каждой сушильной камеры. Следовательно, в соответствии с вариантом осуществления продольные потоки воздуха в нескольких сушильных камерах могут иметь разные ориентации. В то время как некоторые из сушильных камер имеют продольный поток воздуха в направлении транспортировки листов, другие могут иметь продольный поток воздуха в направлении, противоположном направлению транспортировки листов.

Расположение средства подачи воздуха для введения воздуха и средства отвода воздуха для отвода воздуха зависит от желаемого направления потока воздуха. Если направление продольного потока воздуха является направленным в направлении транспортировки листов, тогда средства подачи воздуха расположены спереди по ходу от

средства отвода воздуха относительно направления транспортировки листов. Если направление продольного потока воздуха является противоположно направленным к направлению транспортировки листов, тогда средства подачи воздуха расположены сзади по ходу от средства отвода воздуха относительно направления транспортировки листов.

Под поперечным потоком воздуха понимается поток воздуха в направлении, перпендикулярном направлению транспортировки листов, предпочтительно параллельно основной поверхности листов. Поперечный поток воздуха может быть создан путем размещения средства подачи воздуха и средства отвода воздуха на противоположных сторонах сушильных камер в месте на боковых концах листов или рядом с ними. В соответствии с другим вариантом осуществления одно из средства подачи воздуха и средства отвода воздуха расположено в месте на или вблизи центральной линии листов, проходящих в продольном направлении, а другое расположено на одной или обеих боковых сторонах листов или рядом с ними.

Соответственно, в первой ступени сушки в варианте осуществления с поперечным потоком воздуха средство подачи воздуха соответствует средству подачи сушильного воздуха первой ступени для введения горячего воздуха, а средство отвода воздуха соответствует средству отвода воздуха первой ступени для отвода выпускаемого воздуха. На второй ступени сушки средство подачи воздуха соответствует средству подачи влажного сушильного воздуха, а средство отвода воздуха соответствует средству отвода воздуха второй ступени.

В соответствии с вариантом осуществления, в котором первая и/или вторая ступень сушки образована с поперечно вентилируемыми сушильными камерами, ступень сушки предпочтительно содержит более одной сушильной камеры. Условия сушки в каждой из сушильных камер могут быть отрегулированы индивидуально. Профиль температуры затем может быть установлен в продольном направлении ступени сушки, так что

температура сушки может быть отрегулирована в соответствии с количеством воды, присутствующей в листах, в частности гипсовых плитах.

В соответствии с вариантом осуществления первая ступень сушки содержит несколько поперечно вентилируемых сушильных камер. Соответственно, по меньшей мере одна сушильная камера первой ступени сушки представляет собой поперечно вентилируемую сушильную камеру. В соответствии с вариантом осуществления все сушильные камеры первой ступени сушки представляют собой поперечно вентилируемые сушильные камеры. Поперечно вентилируемые сушильные камеры являются относительно короткими и в основном имеют размер, чтобы принимать ширину средства транспортировки и листов, транспортируемых на средстве транспортировки.

Отдельные поперечно вентилируемые сушильные камеры расположены одна за другой в поперечном направлении относительно продольного направления транспортировки листов.

В соответствии с вариантом осуществления сушильные камеры первой ступени сушки могут быть индивидуально нагреты и аэрированы.

В первой ступени сушки профиль температуры может быть установлен путем индивидуальной регулировки температуры сушильного воздуха, а также расхода потока сушильного воздуха для каждой сушильной камеры.

В начале процесса сушки листы, в частности гипсокартонные плиты или гипсоволокнистые плиты, имеют высокое содержание воды, и эффективное охлаждения листов достигается за счет испарения воды. Высокие скорости сушки могут быть достигнуты при использовании высокотемпературного сушильного воздуха и/или высоких расходов потока.

В соответствии с вариантом осуществления первая ступень сушки содержит более двух сушильных камер, в соответствии с вариантом осуществления 1 – 4 или более 5 сушильных камер, а в соответствии с дополнительным вариантом осуществления более 6

сушильных камер. В соответствии с дополнительным вариантом осуществления первая ступень сушки содержит менее 30 сушильных камер и в соответствии с дополнительным вариантом осуществления менее 20 сушильных камер.

В соответствии с дополнительным вариантом осуществления, зона предварительной сушки предусмотрена спереди по ходу от первой ступени сушки. В такой зоне предварительной сушки свежеприготовленную гипсовую плиту нагревают до температуры в диапазоне от 50 °С до 100 °С перед входом в первую ступень сушки, где воздух, нагретый до высокой температуры, то есть выше 100 °С, используется для испарения воды из влажной гипсовой плиты.

В соответствии с вариантом осуществления, вторая ступень сушки содержит по меньшей мере одну сушильную камеру, которая вентилируется в продольном направлении. Соответственно, по меньшей мере одна сушильная камера второй ступени сушки представляет собой продольно вентилируемую сушильную камеру.

В соответствии с вариантом осуществления, вторая ступень сушки содержит более, чем 2 продольно вентилируемые сушильные камеры, расположенные одна за другой. В соответствии с вариантом осуществления, вторая ступень сушки содержит менее, чем 5, в соответствии с дополнительным вариантом осуществления менее, чем 4 продольно вентилируемых сушильных камер.

В соответствии с дополнительным вариантом осуществления все сушильные камеры второй ступени сушки представляют собой продольно вентилируемые сушильные камеры.

В соответствии с дополнительным вариантом осуществления вторая ступень сушки содержит продольно, а также поперечно вентилируемые сушильные камеры.

Выравнивая поток воздуха с продольной осью сушильной камеры, можно увеличить время контакта между воздухом и плитами, увеличивая тем самым скорости сушки.

В соответствии с вариантом осуществления продольно вентилируемые сушильные камеры второй ступени сушки нагреваются и аэрируются индивидуально. Может быть установлен продольный градиент температуры.

В соответствии с вариантом осуществления предусмотрены устройства управления для регулировки температуры и потока воздуха.

В соответствии с вариантом изобретения во второй ступени сушки предусмотрено впускное отверстие для дополнительного воздуха. Дополнительный воздух затем может быть введен в сушильную камеру второй ступени сушки, чтобы понизить точку росы сушильного воздуха и отрегулировать температуру воздуха, присутствующего в сушильной камере.

Впускное отверстие для дополнительного воздуха в соответствии с вариантом осуществления предусмотрено по меньшей мере в одной сушильной камере второй ступени сушки сзади по ходу от впускного отверстия для влажного сушильного воздуха, и дополнительный воздух может быть введен непосредственно в сушильную камеру. В сушильной камере могут быть предусмотрены сопла для вдувания дополнительного воздуха в воздушный поток, циркулирующий в сушильной камере. Что касается продольного размера второй ступени сушки, положение впускного отверстия для дополнительного воздуха соответствует варианту осуществления, выбранному во второй половине второй ступени сушки. В передней по ходу половине второй ступени сушки листы дополнительно сушат для удаления большей части влаги, все еще присутствующей в листах.

В соответствии с вариантом осуществления, по меньшей мере одна продольно вентилируемая сушильная камера второй ступени сушки снабжена линией рециркуляции второй ступени, а впускное отверстие для дополнительного воздуха предусмотрено на линии рециркуляции второй ступени. Линия рециркуляции второй ступени соединена с сушильной камерой второй ступени на переднем по ходу и заднем по ходу концах. В

соответствии с вариантом осуществления в линии рециркуляции второй ступени предусмотрены средства для ускорения потока воздуха, например, вентилятор или компрессор, для создания давления для введения рециркулируемого воздуха в по меньшей мере одну сушильную камеру второй ступени сушки. В соответствии с вариантом осуществления в линии рециркуляции второй ступени предусмотрено нагревательное устройство, например, горелочная система с прямым нагревом или системы с косвенным нагревом, например, с помощью термального масла или паром, предпочтительно в положении сзади по ходу от впускного отверстия для дополнительного воздуха.

В соответствии с вариантом осуществления вторая ступень сушки имеет по меньшей мере две сушильные камеры и впускное отверстие для дополнительного воздуха расположено в последней сушильной камере в заднем по ходу направлении.

В соответствии с вариантом осуществления секция охлаждения предусмотрена сзади по ходу от последней сушильной камеры второй ступени сушки. В секции охлаждения высушенные листы охлаждают до примерно температуры помещения, а затем удаляют из устройства для сушки.

В соответствии с дополнительным аспектом изобретения описан способ сушки листов. Указанный способ может быть выполнен с помощью устройства для сушки, как описано выше.

В соответствии с данным изобретением предложен способ сушки листов, в котором вводят влажный лист в устройство для сушки листов (как описано выше),

– транспортируют влажный лист через первую ступень сушки, и горячий воздух вводят в по меньшей мере одну сушильную камеру для контакта с влажным листом и для испарения влаги из влажного листа с получением частично высушенного листа;

– отводят выпускаемый воздух из указанной по меньшей мере одной сушильной камеры первой ступени сушки и указанный выпускаемый воздух собирают из указанной по меньшей мере одной сушильной камеры первой ступени сушки;

– транспортируют частично высушенный лист через вторую ступень сушки, которая содержит по меньшей мере одну сушильную камеру;

– включают по меньшей мере часть выпускаемого воздуха, собранного из указанной по меньшей мере одной сушильной камеры первой ступени сушки, в состав влажного сушильного воздуха, и указанный влажный сушильный воздух вводят в по меньшей мере одну сушильную камеру второй ступени сушки в переднее по ходу положение второй ступени сушки;

– вводят дополнительный воздух в по меньшей мере одну сушильную камеру второй ступени сушки в положении сзади по ходу от переднего по ходу положения для введения влажного сушильного воздуха для получения высушенного листа; и

– извлекают высушенный лист из устройства для сушки листов.

В соответствии со способом по данному изобретению влажный лист сушат частично в первой ступени сушки, тем самым удаляя часть (избыточной) воды, содержащейся в листе после его изготовления. Для сушки на лист подается горячий воздух, и после поглощения воды из влажного листа выпускаемый воздух удаляется из первой ступени сушки. Выпускаемый воздух, полученный в первой ступени сушки, собирается и используется по меньшей мере частично во второй ступени сушки для сушки частично высушенных листов, полученных из первой ступени сушки.

Выпускаемый воздух, собранный в первой ступени сушки, все еще имеет высокую температуру и, благодаря уровню влажности, имеет высокую теплоемкость и, следовательно, имеет высокую сушильную способность. Следовательно, очень выгодно, если выбрана высокая доля выпускаемого воздуха, содержащегося во влажном сушильном воздухе во второй ступени сушки. В соответствии с вариантом осуществления количество выпускаемого воздуха, содержащегося во влажном сушильном воздухе в месте, где влажный сушильный воздух вводится в сушильную камеру второй ступени, выбирается большим, чем 10 об.%, в соответствии с вариантом осуществления выбирается большим,

чем 30 об.%. В соответствии с вариантом осуществления количество выпускаемого газа, содержащегося во влажном сушильном воздухе, составляет менее, чем 50 об.%, в соответствии с дополнительным вариантом осуществления составляет менее, чем 40 об.%, как определено, например, с помощью анемометра или посредством измерений перепада давления. Количество влажного воздуха, вводимого в сушильную камеру второй ступени, зависит от температуры и содержания влаги, требуемых на этой стадии сушки. Например, температура, составляющая менее, чем 160 °С, обеспечивает возможность для содержания влаги менее, чем 300 г/кг сухого воздуха, предпочтительно менее 200 г/кг сухого воздуха.

Кроме того, выгодно использовать влажный сушильный воздух с высокой температурой для повышения эффективности сушки. Температура влажного сушильного воздуха может быть выбрана высокой, если в листах имеется достаточное количество воды для обеспечения возможности эффективного охлаждения, когда материал листа чувствителен к температуре.

Однако, в частности, когда продольный поток воздуха используется во второй ступени сушки и в потоке воздуха присутствует высокое содержание воды из-за использования выпускаемого воздуха из первой ступени сушки, конденсация жидкой воды может произойти ближе к концу процесса сушки, когда листы должны быть охлаждены для удаления из устройства для сушки. Кроме того, поскольку количество остаточной воды, присутствующей в листах, является низким к концу процесса сушки, эффективность охлаждения вследствие испарения воды также является низкой. Следовательно, избыточный нагрев легко происходит, в частности, когда во влажном сушильном воздухе используется высокий уровень влажности.

В соответствии с данным изобретением дополнительный воздух добавляется в заднем по ходу положении второй ступени сушки, предпочтительно на последней фазе сушки, чтобы понизить точку росы потока влажного сушильного воздуха, используемого в передней по ходу части второй ступени сушки для сушки частично высушенных листов.

Следовательно, добавление дополнительного воздуха предотвращает конденсацию жидкой воды, когда температура воздуха, используемого для сушки во второй ступени сушки, снижается во второй ступени сушки в конце процесса сушки. Кроме того, соответствующим образом регулируя температуру дополнительного воздуха, можно использовать поток влажного сушильного воздуха высокой температуры для сушки частично высушенных листов в передней по ходу части второй ступени сушки без опасности избыточного нагрева листов в задней по ходу части второй ступени сушки. Это имеет особое значение, когда указанный способ используется для сушки гипсокартонных плит, поскольку при сушке гипсокартонных плит следует избегать прокаливания дигидрата сульфата кальция. Адгезия облицовочных слоев к помещенным между ними слоям гипса ухудшается в случае, если дигидрат сульфата кальция превращается в полугидрат сульфата кальция или даже ангидрит.

Влажный лист, подлежащий сушке способом по данному изобретению, получают из производственной единицы для производства листов. Влажный лист изготавливают известными способами. В соответствии с вариантом осуществления, в котором лист представляет собой гипсокартонную плиту, гипсокартонную плиту формируют известными способами путем нанесения водной суспензии гипсового вяжущего материала на облицовочный слой, а затем накрывания верхней части сформированного слоя суспензии гипсового вяжущего материала другим облицовочным слоем. Облицовочный слой изготовлен из материалов, известных из современного уровня техники. Типичными материалами для облицовочного слоя являются картон, синтетические материалы в форме фольги или ткани, стеклоткань. Также могут быть использованы другие материалы для облицовочного слоя.

Толщина листа, в частности сэндвича, состоящего из облицовочных слоев с расположенными между ними слоями гипса, регулируется известными способами. Плиты

предпочтительно могут быть толще, чем 6 мм, и тоньше, чем 60 мм, предпочтительно тоньше, чем 30 мм.

В основном, листы могут иметь практически любой размер и толщину, если листы могут быть обработаны в устройстве для сушки.

При использовании способа в соответствии с данным изобретением для сушки гипсокартонных плит такие плиты могут иметь любой размер и толщину. Размер и толщина гипсокартонных плит ограничены размерами устройства для сушки. Гипсокартонные плиты, которые сушат с использованием способа в соответствии с данным изобретением, обычно имеют толщину, составляющую более, чем 5 мм, в соответствии с вариантом осуществления, составляющую более, чем 6 мм, и в соответствии с еще одним дополнительным вариантом осуществления, составляющую более, чем 8 мм. В соответствии с дополнительным вариантом осуществления гипсокартонные плиты имеют толщину, составляющую менее, чем 60 мм, в соответствии с вариантом осуществления, составляющую менее, чем 40 мм, и в соответствии с дополнительным вариантом осуществления, составляющую менее, чем 30 мм. Однако гипсокартонные плиты большей или меньшей толщины также могут быть высушены способом по данному изобретению. Типичные размеры листов или гипсокартонных плит, подлежащих сушке с помощью заявленного изобретения, составляют ширину и/или длину, составляющую более, чем 1 м, в соответствии с вариантом осуществления, составляющую более, чем 1,5 м, и в соответствии с дополнительным вариантом осуществления, составляющую менее, чем 9 м, предпочтительно от 1,2 м до 5 м.

При входе в первую ступень устройства для сушки лист, в частности гипсокартонная плита, имеет содержание свободной воды, составляющее более, чем 20 мас.%, в соответствии с другим вариантом осуществления, составляющее более, чем 30 мас.%. В соответствии с вариантом осуществления лист, в частности гипсовая плита, имеет

содержание свободной воды, составляющее менее, чем 40 мас.%, в соответствии с вариантом осуществления, составляющее менее, чем 35 мас.%.

Перед входом в устройство для сушки лист согласно варианту осуществления имеет температуру, составляющую более, чем 20 °С, в соответствии с вариантом осуществления, составляющую более, чем 25 °С. В соответствии с вариантом осуществления лист имеет температуру составляющую менее, чем 50 °С, в соответствии с вариантом осуществления, составляющую менее, чем 45 °С.

Влажный лист сушат путем пропускания через первую ступень сушки и вторую ступень сушки. В первой ступени сушки большая часть избыточной воды, содержащейся в листе, испаряется. Во второй ступени сушки остаточная вода, все еще содержащаяся в листе после прохождения первой ступени сушки, удаляется, и лист охлаждается до температуры помещения, предпочтительно перед выходом из устройства для сушки.

Под избыточной водой или свободной водой понимают воду, которая химически не связана с соединением, из которого сделан лист. Она может быть удалена из листа с помощью сушки при температуре около 100 °С путем выпаривания. Когда гипсовые плиты сушат способом по данному изобретению, понимают, что избыточная вода представляет собой воду, которая не связана в форме дигидрата сульфата кальция.

В первой и второй ступенях сушки листы контактируют с сушильным воздухом. Сушильный воздух протекает вдоль поверхности листов и поглощает воду, испаренную из листов. Поток воздуха может быть направлен в продольном направлении относительно продольного направления транспортировки листов. Продольный поток воздуха может быть направлен в направлении транспортировки листов или противоположно направлению транспортировки листов.

В соответствии с другим вариантом осуществления поток воздуха сушильного воздуха находится в поперечном направлении относительно продольного направления транспортировки листов. Поперечный поток воздуха может быть введен в сушильную

камеру на одной боковой стороне листа, затем течь по поверхности листа, и подлежать отводу на противоположной боковой стороне, например, путем отсасывания воздуха в боковом направлении от листов. Однако в соответствии с вариантом осуществления поперечный поток воздуха также может быть инициирован путем продувания сушильного воздуха по поверхности листа в положении между боковыми сторонами листов, так что сушильный воздух протекает к боковым сторонам листов и подлежит отсасыванию с обеих боковых сторон листов.

В соответствии с вариантом осуществления в первой и/или второй ступенях сушки первый поток воздуха обеспечивается на верхней стороне листов, а второй поток воздуха обеспечивается на нижней стороне листов для увеличения и согласования эффективности сушки.

Сушка листов производится в основном при атмосферном давлении. Чтобы инициировать направление потока воздуха, в сушильных камерах может быть обеспечена небольшая разница давлений, так что поток воздуха направляется от более высокого уровня давления в точке притока потока воздуха к более низкому уровню давления в точке отвода потока воздуха из сушильной камеры. Разница давлений обеспечивается путем вдувания потока воздуха в одном месте сушильной камеры и/или извлечения потока воздуха в месте, удаленном от места вдувания потока воздуха.

Скорость потока воздуха в сушильных камерах первой и второй ступеней сушки регулируется в соответствии с вариантом осуществления в диапазоне от 2 м/с до 40 м/с, в соответствии с вариантом осуществления в диапазоне от 5 м/с до 30 м/с, предпочтительно от 8 м/с до 22 м/с.

В соответствии с вариантом осуществления листы непрерывно транспортируются через первую и вторую ступени сушки. В соответствии с вариантом осуществления скорость транспортирования выбирается в диапазоне от 0,2 м/мин до 8,5 м/мин, в

соответствии с дополнительным вариантом осуществления в диапазоне от 1,0 м/мин до 5,0 м/мин.

Влажный лист транспортируется через первую ступень сушки и контактирует с горячим воздухом. Горячий воздух может быть введен в по меньшей мере одну сушильную камеру для контакта с влажным листом и для испарения влаги из влажного листа с получением частично высушенного листа.

В соответствии с вариантом осуществления поперечный поток воздуха является предпочтительным для первой ступени сушки.

Среднее количество влаги, содержащейся в горячем воздухе, используемом для сушки в первой ступени сушки, регулируется в соответствии с вариантом осуществления в диапазоне от 200 г/кг до 800 г/кг, в соответствии с вариантом осуществления в диапазоне от 250 г/кг до 500 г/кг ($G_{\text{воды}}/KG_{\text{сухого воздуха}}$).

В соответствии с дополнительным вариантом осуществления, при входе в сушильную камеру первой ступени сушки, температура горячего воздуха, используемого для сушки в первой ступени сушки, регулируется так, чтобы она была выше, чем 140 °С, в соответствии с дополнительным вариантом осуществления, чтобы была выше, чем 170 °С.

В соответствии с дополнительным вариантом осуществления, при входе в сушильную камеру, температура горячего воздуха, используемого для сушки в первой ступени сушки, регулируется так, чтобы она была ниже, чем 280 °С; в соответствии с дополнительным вариантом осуществления, она регулируется так, чтобы была ниже, чем 250 °С, и в соответствии с другим дополнительным вариантом осуществления, она регулируется так, чтобы была ниже, чем 200 °С.

В соответствии с вариантом осуществления первая ступень сушки содержит несколько сушильных секций, образованных сушильными камерами, и листы последовательно проходят сушильные камеры/секции первой ступени. Это позволяет индивидуально адаптировать условия, используемые для сушки в каждой сушильной

камере/секции. В частности, профиль температуры может быть установлен в продольном направлении, то есть в направлении транспортировки листов.

В соответствии с вариантом осуществления, в котором горячий воздух, используемый для сушки в первой ступени сушки, проходит листы в поперечном или продольном направлении, горячий воздух в первой сушильной камере регулируется до температуры в диапазоне от 120 °С до 300 °С, в соответствии с дополнительным вариантом осуществления в диапазоне от 160 °С до 270 °С.

Например, температура горячего воздуха, используемого для сушки в первой ступени сушки, ступенчато увеличивается от сушильной камеры/секции к сушильной камере/секции в направлении транспортировки листов до достижения максимальной температуры.

Максимальная температура, в соответствии с вариантом осуществления, выбирается равной менее, чем 300 °С, в соответствии с дополнительным вариантом осуществления выбирается равной менее, чем 220 °С. В соответствии с дополнительным вариантом осуществления максимальная температура выбирается так, чтобы она составляла по меньшей мере 110 °С.

Повышение температуры при продвижении из одной сушильной камеры/секции в следующую сушильную камеру/секцию в соответствии с вариантом осуществления составляет менее, чем 30 °С, в соответствии с дополнительным вариантом осуществления составляет менее, чем 20 °С, и в соответствии с дополнительным вариантом осуществления составляет менее, чем 10 °С. В соответствии с дополнительным вариантом осуществления повышение температуры при продвижении из одной сушильной камеры/секции в следующую сушильную камеру/секцию до достижения максимальной температуры составляет по меньшей мере 2 °С, в соответствии с дополнительным вариантом осуществления по меньшей мере 4 °С.

В соответствии с дополнительным вариантом осуществления температура горячего воздуха, используемого для сушки в первой ступени сушки, увеличивается по меньшей мере на 10 °С от первой сушильной камеры первой ступени до второй сушильной камеры первой ступени.

В соответствии с дополнительным вариантом осуществления после того, как максимальная температура достигнута, температура горячего воздуха ступенчато понижается при продвижении из одной сушильной камеры/секции в следующую сушильную камеру/секцию. К концу первой ступени сушки количество остаточной воды, содержащейся в листе, становится ниже, и эффект охлаждения, вызванный испарением воды, уменьшается. В соответствии с вариантом осуществления температура уменьшается на 1 – 20 °С при продвижении из одной сушильной камеры/секции в следующую сушильную камеру/секцию.

Повышение или понижение температуры при продвижении из одной сушильной камеры/секции в следующую сушильную камеру/секцию регулируется в соответствии с количеством влаги, присутствующей в листе, и охлаждающим эффектом, достигаемым испарением воды. Повышение или понижение температуры регулируется таким образом, чтобы температура листа, в частности, близко к поверхности листа, в частности температура на поверхности листа, не превышала пороговое значение, чтобы избежать ухудшения листа во время сушки.

В соответствии с вариантом осуществления температура горячего воздуха, используемого для сушки в первой ступени сушки, регулируется таким образом, чтобы температура листа была ниже 110 °С, в соответствии с вариантом осуществления ниже 105 °С. Температура листа измеряется на поверхности листа.

В соответствии с дополнительным вариантом осуществления температура горячего воздуха, используемого для сушки в первой ступени сушки, регулируется таким образом, чтобы температура сердцевины листа составляла 100 °С или ниже. В соответствии с

вариантом осуществления, температура сердцевины листа составляет по меньшей мере 90 °С, в соответствии с вариантом осуществления составляет по меньшей мере 95 °С. Эффективная и однородная сушка листа достигается в пределах этих границ.

Чтобы эффективно использовать сушильную способность сушильного воздуха, в соответствии с вариантом осуществления по меньшей мере часть горячего воздуха, используемого для сушки в первой ступени сушки, рециркулируется после отвода из сушильной камеры первой ступени. Отведенный выпускаемый воздух повторно поступает в сушильную камеру для впитывания дополнительной воды.

В соответствии с дополнительным вариантом осуществления рециркулируемый сушильный воздух нагревается перед повторным поступлением в сушильную камеру.

Для отвода влаги из первой ступени сушки, в соответствии с вариантом осуществления, часть горячего воздуха, используемого для сушки в первой ступени сушки, отводится в виде выпускаемого воздуха из первой ступени сушки после прохождения сушильной камеры.

Количество горячего воздуха, используемого для сушки и отводимого из первой ступени сушки после прохождения сушильной камеры в качестве выпускаемого воздуха регулируется в зависимости от производительности сушилки, количества горячего воздуха, проходящего через сушильную камеру первой ступени, температуры горячего воздуха, количества воды, содержащейся в листьях и горячем воздухе, и других параметров процесса. В соответствии с вариантом осуществления количество выпускаемого воздуха, отводимого из первой ступени сушки после прохождения горячего воздуха через по меньшей мере одну сушильную камеру, выбирается таким, чтобы оно составляло по меньшей мере 10 об.% воздуха, отводимого из сушильных камер, в соответствии с дополнительным вариантом осуществления по меньшей мере 20 об.% воздуха, отводимого из сушильных камер, и в соответствии с еще одним дополнительным вариантом осуществления составляет менее,

чем 50 об.% воздуха, отводимого из сушильных камер, как определено, например, с помощью анемометра или через измерения перепада давления.

Выпускаемый воздух, отводимый из первой ступени сушки после прохождения по меньшей мере одной сушильной камеры первой ступени, в соответствии с вариантом осуществления имеет температуру в диапазоне от 120 °С до 220 °С, в соответствии с дополнительным вариантом осуществления имеет температуру в диапазоне от 140 °С до 180 °С.

Выпускаемый воздух, отводимый из первой ступени сушки, содержит влагу, поглощенную во время прохождения горячего воздуха через по меньшей мере одну сушильную камеру первой ступени. В соответствии с вариантом осуществления количество воды, содержащейся в выпускаемом воздухе, отводимом из первой ступени сушки, регулируется в диапазоне от 200 г/кг до 800 г/кг, в соответствии с вариантом осуществления в диапазоне от 250 г/кг до 500 г/кг ($G_{\text{воды}}/\text{кг}_{\text{сухого воздуха}}$).

В соответствии с вариантом осуществления выпускаемый воздух, отводимый из сушильных камер первой ступени сушки, собирается и соединяется с объединенным потоком выпускаемого воздуха первой ступени. Объединенный поток выпускаемого воздуха затем разделяется на часть, которая рециркулируется в сушильную камеру (камеры) первой ступени, и часть, которая отводится из первой ступени сушки в качестве выпускаемого воздуха и может использоваться во второй ступени в качестве влажного сушильного воздуха или быть отправленной на выброс.

После прохождения первой ступени сушки получают частично высушенные листы. Листы, в частности гипсовые плиты, в соответствии с вариантом осуществления содержат воду в количестве от 10 мас.% до 30 мас.%, в соответствии с дополнительным вариантом осуществления в количестве от 15 мас.% до 25 мас.% по отношению к массе влажной плиты.

В соответствии со способом по данному изобретению частично высушенные листы после прохождения первой ступени сушки поступают во вторую ступень сушки для дополнительной сушки частично высушенных листов и, необязательно, для охлаждения.

Для оптимизации энергоэффективности и эффективности сушки по меньшей мере часть выпускаемого воздуха, собранного из указанной по меньшей мере одной сушильной камеры первой ступени сушки включают в состав влажного сушильного воздуха, вводимого в по меньшей мере одну сушильную камеру второй ступени сушки в переднее по ходу положение второй ступени сушки.

Выпускаемый воздух, собранный из первой ступени сушки, используется во влажном сушильном воздухе во второй ступени сушки. Влажный сушильный воздух может быть сформирован исключительно из выпускаемого воздуха, вводимого из первой ступени сушки, или путем смешивания выпускаемого воздуха из первой ступени сушки с сушильным воздухом, полученным из других источников. Такими источниками могут быть, например, воздух рециркулируемый во вторую ступень сушки или нагретый приточный воздух, или воздух из других источников, например, воздух, полученный из других процессов.

Выпускаемый воздух, полученный из первой ступени сушки и содержащийся во влажном сушильном воздухе, поступает в переднее по ходу положение второй ступени сушки. Под передним по ходу положением понимается положение, более близкое к месту ввода частично высушенных листов во вторую ступень сушки.

В варианте осуществления, в котором вторая ступень сушки содержит более одной сушильной камеры, выпускаемый воздух/влажный воздух первой ступени сушки может быть введен в сушильную камеру переднего по ходу положения второй ступени сушки. Под передним по ходу положением понимается не последняя сушильная камера второй ступени сушки, если смотреть в продольном направлении транспортировки листов. В соответствии с вариантом осуществления, передним по ходу положением может быть первая сушильная

камера из по меньшей мере двух сушильных камер второй ступени сушки, если смотреть в продольном направлении транспортировки листов.

Выпускаемый воздух может быть введен в по меньшей мере одну сушильную камеру второй ступени сушки напрямую, например, посредством обеспечения потока воздуха между последней сушильной камерой первой ступени сушки и первой сушильной камерой второй ступени сушки или путем введения выпускаемого воздуха первой ступени сушки непосредственно в сушильную камеру, например, через сопло. В соответствии с другим вариантом осуществления выпускаемый воздух первой ступени сушки может быть введен во вторую ступень сушки не напрямую, например, путем добавления выпускаемого воздуха к сушильному воздуху, рециркулируемому во второй ступени сушки через линию рециркуляции второй ступени.

В варианте осуществления, в котором выпускаемый воздух из первой ступени сушки поступает во вторую ступень сушки путем смешивания с рециркулируемым воздухом для получения влажного сушильного воздуха, влажный сушильный воздух поступает в сушильную камеру второй ступени в соответствии с вариантом осуществления на одном конце сушильной камеры, и после прохождения сушильной камеры и поглощения воды из частично высушенных листов влажный сушильный воздух отводится на противоположном конце сушильной камеры второй ступени.

Температура влажного сушильного воздуха при входе в по меньшей мере одну сушильную камеру второй ступени сушки в переднее по ходу положение в соответствии с вариантом осуществления регулируется в диапазоне от 120 °С до 180 °С, в соответствии с другим вариантом осуществления в диапазоне от 130 °С до 160 °С.

Температура влажного сушильного воздуха может быть отрегулирована подходящими мерами. В варианте осуществления, в котором должна быть повышена температура, влажный сушильный воздух нагревается, например, нагревателем. Для

понижения температуры может быть добавлен приточный воздух или извлечено тепло путем прохождения теплообменника.

В соответствии с вариантом осуществления влажный сушильный воздух перед поступлением в сушильную камеру второй ступени содержит влагу в количестве в диапазоне от 200 г/кг до 800 г/кг, в соответствии с вариантом осуществления в диапазоне от 250 г/кг до 500 г/кг ($G_{\text{воды}}/KG_{\text{сухого воздуха}}$).

В соответствии со способом по данному изобретению вводят дополнительный воздух в по меньшей мере одну сушильную камеру второй ступени сушки в положении сзади по ходу от переднего по ходу положения для введения влажного сушильного воздуха для регулирования точки росы и температуры влажного сушильного воздуха.

В способе согласно данному изобретению дополнительный воздух вводится в заднее по ходу положение второй ступени сушки. При добавлении дополнительного воздуха точка росы влажного сушильного воздуха снижается. Следовательно, можно использовать в передней по ходу части второй ступени сушки влажный сушильный воздух для сушки, имеющий высокое содержание воды. Влажный сушильный воздух, имеющий высокое содержание воды, обладает высокой теплоемкостью и, следовательно, может эффективно использоваться для сушки листов.

Кроме того, влажный сушильный воздух, используемый для сушки листов в передней по ходу секции второй ступени сушки, может иметь высокую температуру для повышения эффективности сушки.

В соответствии с вариантом осуществления температура дополнительного воздуха выбирается ниже, чем температура влажного сушильного воздуха в месте впускного отверстия для дополнительного воздуха, то есть в положении, где дополнительный воздух вдувается во влажный сушильный воздух. Температура дополнительного воздуха регулируется в соответствии с вариантом осуществления в диапазоне от 80 °С до 180 °С, в соответствии с вариантом осуществления в диапазоне от 100 °С до 140 °С.

В соответствии с дополнительным вариантом осуществления дополнительный воздух сначала смешивают с рециркулируемым воздухом, а затем нагревают до желаемой температуры, путем пропускания через нагревательное устройство, например, горелку. Температура воздуха после прохождения нагревательного устройства регулируется в соответствии с вариантом осуществления в диапазоне от 80 °С до 180 °С, в соответствии с дополнительным вариантом осуществления в диапазоне от 100 °С до 140 °С.

Количество влаги, содержащейся в дополнительном воздухе, выбирается ниже, чем количество влаги, содержащейся во влажном сушильном воздухе в месте впускного отверстия для дополнительного воздуха, то есть в положении, где дополнительный воздух вдувается во влажный сушильный воздух. Количество влаги, содержащейся в дополнительном воздухе, выбирается в соответствии с вариантом осуществления в диапазоне от 10 Г_{воды}/КГ_{воздуха} до 100 Г_{воды}/КГ_{воздуха}, в соответствии с дополнительным вариантом осуществления в диапазоне от 20 Г_{воды}/КГ_{воздуха} до 80 Г_{воды}/КГ_{воздуха}.

После сушки во второй ступени сушки листья необязательно охлаждаются и затем покидают устройство для сушки.

Секция охлаждения предусмотрена в соответствии с вариантом осуществления для охлаждения листов после сушки. Согласно варианту осуществления температуру в секции охлаждения регулируют в диапазоне от 10 °С до 80 °С, в соответствии с дополнительным вариантом осуществления до температуры от 20 °С до 60 °С, чтобы затем извлекать из устройства для сушки. Охлаждение может быть достигнуто путем подачи холодного воздуха на высушенные листья в секции охлаждения.

Изобретение будет объяснено более подробно со ссылкой на прилагаемые графические материалы. На фигурах графических материалов показано:

фиг. 1: схема устройства для сушки листов в соответствии с данным изобретением;

фиг. 2: диаграмма, показывающая температуру листов при прохождении устройства для сушки листов в соответствии с данным изобретением.

На **фиг. 1** показана схема устройства 1 для сушки в соответствии с данным изобретением. Указанное устройство для сушки содержит первую ступень 2 сушки и вторую ступень 3 сушки. Спереди по ходу от первой ступени 2 сушки расположена зона 4 предварительного нагрева, а сзади по ходу от второй ступени 3 сушки расположена зона 5 охлаждения.

Первый теплообменник 6 предусмотрен для нагрева приточного воздуха. Первая труба 7 для приточного воздуха соединена с нагревательной частью первого теплообменника 6, и приточный воздух засасывается первым вентилятором 8. После прохождения теплообменника 6 приточный воздух становится нагретым для получения предварительно нагретого воздуха, температура которого регулируется предпочтительно в диапазоне от 80 °С до 150 °С. Указанный предварительно нагретый воздух вводится в зону 4 предварительного нагрева через трубу 9 для предварительно нагретого воздуха. После прохождения зоны 4 предварительного нагрева предварительно нагретый воздух отводится через трубу 10 для отвода предварительно нагретого воздуха, снабженную вторым вентилятором 11 для засасывания предварительно нагретого воздуха из зоны 4 предварительного нагрева.

Для нагрева приточного воздуха, засасываемого через первую трубу 7 для приточного воздуха, теплообменник 6 соединен своей охлаждающей частью с выпускной линией первой ступени 2 сушки.

Для нагрева приточного воздуха в теплообменнике 6 выпускаемый воздух, полученный в первой ступени сушки, имеющий высокую влажность, а также высокую температуру, вводится в теплообменник 6 через трубу 12 для влажного горячего выпускаемого воздуха. В трубе 12 для влажного горячего выпускаемого воздуха предусмотрен третий вентилятор для нагнетания влажного горячего выпускаемого воздуха, принятого с первой ступени 2 сушки, в теплообменник 6. Влажный горячий выпускаемый воздух, принятый с первой ступени сушки, проходит теплообменник 6 в противотоке с

приточным воздухом, вводимым через трубу 7 для приточного воздуха. Из-за низкой температуры приточного воздуха, а также предварительно нагретого воздуха, влажный горячий выпускаемый воздух, принятый из первой ступени сушки, охлаждается ниже точки росы влажного горячего выпускаемого воздуха, и, следовательно, также может быть использована теплота конденсации для подогрева приточного воздуха, который будет использоваться в качестве предварительно нагретого воздуха в зоне 4 предварительного нагрева.

Листы, в частности гипсовые плиты, вводятся в нагревательное устройство 1 через зону 4 предварительного нагрева. Листы нагреваются до температуры сердцевины, составляющей около 40 – 80 °С перед входом в первую ступень 2 сушки.

Первая ступень 2 сушки содержит семь сушильных камер 2а – 2г, которые аэрируются в поперечном направлении. Впускные отверстия для горячего воздуха и средство отвода для отвода выпускаемого воздуха (не показано), расположены на противоположных концах аэрируемых в поперечном направлении сушильных камер 2а – 2г, чтобы создать поперечный поток воздуха.

Приточный воздух засасывается четвертым вентилятором 14 из окружающей среды и вводится во второй теплообменник 15 через вторую трубу 16 для приточного воздуха.

После прохождения второго теплообменника 15 приточный воздух нагревается до температуры, составляющей предпочтительно 80 – 140 °С, и нагретый приточный воздух вводится в трубу 17 для нагретого приточного воздуха.

Каждая сушильная камера 2а – 2г оснащена горелкой 18, соединенной с трубой 17 для нагретого приточного воздуха. Нагретый приточный воздух смешивается с топливом, например, природным газом, и при сжигании нагретый приточный воздух дополнительно нагревается. Горячий воздух, полученный из горелки 18, затем вводится в сушильные камеры 2а – 2г первой ступени 2 сушки через впускные отверстия для горячего воздуха (не показаны).

После прохождения сушильных камер 2а – 2г горячий воздух впитывает воду из листов, транспортируемых через первую ступень 2 сушки устройства 1 для сушки, и отводится в виде выпускаемого воздуха через выпускную трубу 19 первой ступени. Каждая сушильная камера 2а – 2г первой ступени оснащена отдельной выпускной трубой 19а – 19г первой ступени, которая соединена с объединенной выпускной трубой 19.

В разделителе 20, предусмотренном в выпускной трубе 19, поток выпускаемого воздуха делится на часть, направляемую через первую выпускную трубу 12 в первый теплообменник 6 для извлечения тепла, содержащегося в выпускаемом воздухе, и часть, подлежащую рециркуляции. Доля выпускаемого воздуха, направляемого в первую выпускную трубу 12, и доля выпускаемого воздуха, подлежащего рециркуляции, могут регулироваться. В соответствии с вариантом осуществления около 20 – 50 об.% выпускаемого воздуха направляется в первую трубу 12 для выпускаемого воздуха, а оставшая часть выпускаемого воздуха рециркулируется.

Рециркуляционная труба 21 первой ступени соединена с разделителем, и в рециркуляционной трубе 21 предусмотрен пятый вентилятор 22 для нагнетания рециркулируемого выпускаемого воздуха через рециркуляционную трубу 21 первой ступени. Рециркуляционная труба 21 первой ступени содержит отдельные соединительные трубы 21а – 21г, соединенные с горелками 18а – 18г для введения рециркулируемого выпускаемого газа в горелки 18а – 18г. Рециркулируемый выпускаемый воздух смешивается с нагретым приточным воздухом, вводимым в горелку 18а – 18г через трубу 17 для нагретого приточного воздуха. Рециркулируемый выпускной газ сжигается вместе с нагретым приточным воздухом и топливом, чтобы обеспечить горячий воздух для введения в сушильные камеры 2а – 2г первой ступени 2 сушки.

Поток воздуха внутри первой ступени сушки может быть отрегулирован клапанами 23.

Последняя сушильная камера 2g, расположенная на заднем по ходу конце первой ступени 2 сушки, соединена с портом 24 первой сушильной камеры 3а второй ступени 3 сушки. В порту 24 лист, после прохождения первой ступени 2 сушки, вводится во вторую ступень 3 сушки.

Вторая ступень 3 сушки содержит три сушильные камеры 3а – 3с второй ступени, последовательно расположенные в продольном направлении. Сушильные камеры 3а – 3с второй ступени аэрируют в продольном направлении.

Шестой вентилятор 25 соединен с портом 24, причем вентилятор всасывает через порт 24 воздух из последней задней по ходу сушильной камеры 2g первой ступени сушки и из первой сушильной камеры 3а второй ступени сушки. Выпускаемый воздух из последней сушильной камеры 2g первой ступени сушки и влажный сушильный воздух из первой сушильной камеры 3а второй ступени сушки смешиваются и после прохождения шестого вентилятора 25 направляются через рециркуляционную трубу 26а для влажного сушильного воздуха. В рециркуляционной трубе 26а для влажного сушильного воздуха предусмотрена горелка 27а второй ступени для нагрева влажного сушильного воздуха путем сжигания топлива, вводимого в поток влажного сушильного воздуха.

Разделитель 28а потока воздуха для влажного сушильного воздуха предусмотрен в рециркуляционной трубе 26а для влажного сушильного воздуха спереди по ходу от горелки 27а второй ступени. Влажный выпускаемый воздух отклоняется от потока воздуха влажного сушильного воздуха, рециркулируемого в рециркуляционную трубу 26а для влажного сушильного воздуха в разделителе 28а потока воздуха для влажного сушильного воздуха, и направляется через трубу 29а для влажного выпускаемого воздуха во второй теплообменник 15. Поскольку приточный воздух, вводимый во второй теплообменник 15 через вторую трубу 16 для приточного воздуха, имеет низкую температуру ниже точки росы влажного выпускаемого воздуха, также можно использовать тепло конденсации при передаче тепла из влажного выпускаемого воздуха в приточный воздух, который течет

противотоком во втором теплообменнике 15. После прохождения второго теплообменника 15 влажный сушильный воздух охлаждается и может быть отведен в окружающую среду.

После прохождения горелки 27а второй ступени для нагревания влажного сушильного воздуха горячий влажный сушильный воздух вводится на впускном отверстии для влажного сушильного воздуха (не показано), предусмотренное в заднем по ходу порту 30. Горячий влажный сушильный воздух поступает в первую сушильную камеру 3а второй ступени в противотоке направлению транспортировки листов.

Сзади по ходу от первой сушильной камеры 3а второй ступени расположена дополнительная (вторая) сушильная камера 3б второй ступени, снабженная входным портом 31 и выходным портом 32. Вторая сушильная камера 3б второй ступени аэрируется в продольном направлении, при этом направление потока влажного сушильного воздуха представляет собой такое же направление, как направление транспортировки листов.

Аналогично первой сушильной камере 3а второй ступени вторая сушильная камера второй ступени оснащена седьмым вентилятором 33 и рециркуляционной трубой 26б для влажного сушильного воздуха. Во втором разделителе 28б потока воздуха, предусмотренном в рециркуляционной трубе 26б для влажного сушильного воздуха, поток рециркулируемого влажного сушильного воздуха разделяется на часть, которая направляется во второй теплообменник 15 через трубу 29 для влажного выпускаемого воздуха и рециркулируемую часть, которая направляется в горелку 27б для нагрева.

Средства впуска влажного сушильного воздуха (не показаны) предусмотрены во входном порту 31, и влажный сушильный воздух, нагретый в горелке 27б, может быть введен на входном порту 31, чтобы затем поступить во вторую сушильную камеру 3б второй ступени.

Сзади по ходу от выходного порта 32 предусмотрена третья сушильная камера 3с второй ступени. Третья сушильная камера второй ступени снабжена входным портом 34 и выходным портом 35, подобно первой и второй сушильным камерам второй ступени.

Рециркуляционная труба 26с для влажного сушильного воздуха снабжена восьмым вентилятором 36 и горелкой 27с второй ступени для нагрева рециркулируемого влажного сушильного воздуха. Влажный сушильный воздух отводится из третьей сушильной камеры 3с второй ступени на выходном порту 35, а затем приводится в движение восьмым вентилятором 36 в направлении горелки 27с второй ступени и затем повторно поступает в третью сушильную камеру 3с второй ступени.

В соответствии с данным изобретением дополнительный воздух вводится в последнюю сушильную камеру 3с второй ступени для понижения точки росы и температуры влажного сушильного воздуха, используемого в последней сушильной камере 3с второй ступени для сушки листов.

Дополнительный воздух подается в трубу 17 для нагретого приточного воздуха, которая соединена с восьмым вентилятором 36. Нагретый приточный воздух, подаваемый в трубу 17 для нагретого приточного воздуха, смешивается в качестве дополнительного воздуха с влажным сушильным воздухом, засасываемым из выходного порта 35. После смешивания воздух направляется в горелку 27с для нагрева и затем поступает в третью сушильную камеру 3с второй ступени на входном порту 34.

В дальнейшем сушка листа будет описана со ссылкой на сушку гипсокартонных плит.

Влажная гипсокартонная плита транспортируется через устройство 1 для сушки с помощью средства транспортировки (не показано). Средство транспортировки транспортирует гипсокартонные листы со скоростью, например, 65 м/мин.

Влажные гипсокартонные плиты поступают в устройство 1 для сушки путем поступления в зону 4 предварительной сушки на переднем по ходу конце. Типичные влажные гипсокартонные плиты, используемые для объяснения процесса сушки, имеют длину кромки 1200 мм и толщину 12,5 мм. Влажная масса гипсокартонных плит перед поступлением в устройство для сушки составляет около 8 – 13 кг/м².

В зоне 4 предварительной сушки влажная гипсокартонная плита нагревается до около 40 – 60 °С путем контактирования влажной гипсокартонной плиты с предварительно нагретым воздухом, подаваемым через трубу 9 для предварительно нагретого воздуха. Предварительно нагретый воздух имеет температуру, составляющую около 100 – 140 °С.

Предварительно нагретая гипсокартонная плита затем поступает в первую ступень 2 сушки. Первая ступень 2 сушки содержит семь сушильных камер 2а – 2г первой ступени, которые аэрируются в направлении, поперечном направлению транспортировки гипсокартонных плит.

Температура и расход горячего сушильного воздуха в каждой из сушильных камер первой ступени могут быть отрегулированы индивидуально, путем регулирования количества сжигаемого топлива в горелках 18 и настройки клапанов, регулирующих количество горячего сушильного воздуха, вводимого в сушильные камеры 2а – 2г первой ступени.

Температура горячего сушильного воздуха, поступающего в сушильные камеры 2а – 2г первой ступени, и выпускаемого воздуха, покидающего их, обобщены в таблице 1.

Таблица 1: Температура горячего сушильного воздуха, используемого в сушильных камерах первой ступени, например:

Сушил ьная камера	2 а	2 b	2 с	2 d	2 е	2 f	2 g
Т _{входа} (°С)	1 76	2 08	2 18	2 25	2 40	2 49	2 42
Т _{выхода} (°С)	1 45	1 63	1 77	1 89	1 90	1 95	2 00

Температура гипсокартонной плиты при продвижении через сушильные камеры первой ступени показана на **фиг. 2**. Температура гипсокартонного листа в центре листа медленно увеличивается и достигает максимума, составляющего около 90 °С. Из-за

высокой скорости испарения воды с влажных гипсокартонных листов, температура гипсокартонного листа в его центре и его поверхности остается на низком уровне, составляющем около 90 °С. Температура в центре гипсокартонной плиты примерно такая же, как и на его поверхности. Никакого избыточного нагрева не наблюдается.

После прохождения первой ступени 2 сушки частично высушенная гипсокартонная плита имеет содержание влаги, составляющее около 10 – 20 мас. %.

Затем частично высушенная гипсокартонная плита поступает во вторую ступень 2 сушки, содержащую три сушильные камеры 3а – 3с второй ступени, которые аэрируются в продольном направлении.

Температура влажного сушильного воздуха, вводимого и отводимого из сушильных камер 3а – 3с второй ступени, обобщена в таблице 2.

Таблица 2: Пример температуры влажного сушильного воздуха, используемого в сушильных камерах второй ступени

Сушильная камера	3а	3б	3с
$T_{\text{входа}} (^{\circ}\text{C})$	252	250	160
$T_{\text{выхода}} (^{\circ}\text{C})$	164	168	135

В первой сушильной камере 3а второй ступени сушки влажный сушильный воздух регулируется до высокой температуры, составляющей 252 °С, и поступает в сушильную камеру 3а на заднем по ходу конце, чтобы течь в противотоке к направлению транспортировки гипсокартонных листов. Выпускаемый воздух, принятый из последней сушильной камеры 2г первой ступени 2 сушки, и влажный сушильный воздух, отводимый из первой сушильной камеры 3а второй ступени, засасываются вентилятором 25, смешиваются и нагреваются в горелке 27а второй ступени для получения влажного сушильного воздуха, подлежащего использованию для сушки гипсокартонных листов. Выпускаемый воздух, отводимый из сушильной камеры 2г, имеет температуру,

составляющую 150 – 240 °С, и содержание воды, составляющее 200 – 800 Г_{воды}/КГ_{воздуха}. Выпускаемый воздух смешивается с влажным сушильным воздухом, отводимым из сушильной камеры 3а. После нагрева в горелке 27а влажный сушильный воздух, вводимый в сушильную камеру 3а первой ступени, имеет температуру, составляющую 140 – 280 °С, и содержание воды, составляющее 150 – 600 Г_{воды}/КГ_{воздуха}.

Как видно из **фиг. 2**, температура сердцевины и температура поверхности гипсокартонных листов при прохождении первой сушильной камеры 3а второй ступени («Зона I») остается примерно на одном уровне, составляющем около 90 °С, слегка увеличиваясь. Температура в сердцевине гипсокартонных листов и на поверхности гипсокартонных листов является примерно одинаковой.

После прохождения первой сушильной камеры 3а второй ступени гипсокартонные плиты имеют содержание влаги, составляющее около 10 мас. %.

Затем гипсокартонные плиты поступают во вторую сушильную камеру 3б второй ступени. Влажный сушильный воздух поступает во вторую сушильную камеру 3б второй ступени на порте 31. Влажный сушильный воздух имеет температуру, составляющую 140 – 200 °С, и влажность, составляющую 150 – 500 Г_{воды}/КГ_{воздуха}. Как видно из **фиг. 2**, температура сердцевины и поверхности гипсокартонных плит при прохождении второй сушильной камеры 3б второй ступени («Зона II») остается на уровне, составляющем около 90 °С. Температура в центре плит примерно такая же, как и на поверхности плит.

После прохождения второй сушильной камеры 3б второй ступени гипсокартонные плиты имеют содержание влаги, составляющее около 10 – 20 мас. %, предпочтительно около 5 – 15 мас. %

Затем плиты поступают в третью сушильную камеру 3с второй стадии на порте 34. Влажный сушильный воздух вводится в порт 34, чтобы течь в заднем по ходу направлении относительно направления транспортировки плит.

Влажный сушильный воздух, вводимый в третью сушильную камеру 3с второй ступени на порте 34, имеет температуру, составляющую 90 – 170 °С, и содержание влаги, составляющее 90 – 250 г_{воды}/кг_{воздуха}. Влажный сушильный воздух образуется путем смешивания выпускаемого воздуха, отводимого из третьей сушильной камеры 3с второй ступени на порте 35, имеющего температуру, составляющую 90 – 150 °С, и влажность, составляющую 90 – 200 г_{воды}/кг_{воздуха}, с нагретым приточным воздухом, имеющим температуру, составляющую 80 – 160 °С, и влажность, составляющую 10 – 80 г_{воды}/кг_{воздуха}. Затем смешанный воздух нагревается в горелке 27с.

Как может быть видно из **фиг. 2**, «Зона 3», температура в центре гипсокартонной плиты является ниже, чем на наружной поверхности плиты. Однако и на наружной поверхности плиты температура остается ниже 120 °С, и, следовательно, не происходит повторного прокаливания дигидрата сульфата кальция на внешних участках гипсокартонной плиты.

- 1 устройство для сушки
- 2 первая ступень сушки
- 3 вторая ступень сушки
- 4 зона предварительного нагрева
- 5 зона охлаждения
- 6 первый теплообменник
- 7 первая труба для приточного воздуха
- 8 первый вентилятор
- 9 труба для предварительно нагретого воздуха
- 10 труба для отвода предварительно нагретого воздуха
- 11 второй вентилятор
- 12 первая выпускная труба
- 13 третий вентилятор
- 14 четвертый вентилятор
- 15 второй теплообменник
- 16 вторая труба для приточного воздуха
- 17 труба для нагретого приточного воздуха
- 18 горелка
- 19 выпускная труба первой ступени
- 20 разделитель
- 21 рециркуляционная труба первой ступени
- 22 пятый вентилятор
- 23 клапан
- 24 порт
- 25 шестой вентилятор
- 26 рециркуляционная труба для влажного сушильного воздуха

- 27 горелка второй ступени
- 28 разделитель потока воздуха для влажного сушильного воздуха
- 29 труба для влажного выпускаемого воздуха
- 30 задний по ходу порт
- 31 входной порт
- 32 выходной порт
- 33 седьмой вентилятор
- 34 входной порт
- 35 выходной порт
- 36 восьмой вентилятор

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Устройство для сушки листов, содержащее:

- транспортирующее устройство для транспортирования листов через устройство для сушки листов,

- первую ступень сушки, расположенную по направлению к переднему по ходу концу устройства для сушки листов и содержащую по меньшей мере одну сушильную камеру,

- средство подачи сушильного воздуха первой ступени для введения горячего воздуха в указанную по меньшей мере одну сушильную камеру указанной первой ступени сушки с помощью по меньшей мере одного впускного отверстия для сушильного воздуха;

- средство отвода воздуха для отвода выпускаемого воздуха из указанной по меньшей мере одной сушильной камеры указанной первой ступени сушки,

- вторую ступень сушки, расположенную сзади по ходу от первой ступени сушки и содержащую по меньшей мере одну сушильную камеру;

- средство перемещения для перемещения выпускаемого воздуха, отводимого из указанной по меньшей мере одной сушильной камеры первой ступени сушки, в указанную по меньшей мере одну сушильную камеру второй ступени сушки;

- средство подачи влажного сушильного воздуха для введения указанного выпускаемого воздуха в указанную по меньшей мере одну сушильную камеру указанной второй ступени сушки, причем указанное средство подачи влажного сушильного воздуха содержит по меньшей мере одно впускное отверстие для влажного сушильного воздуха для введения влажного сушильного воздуха в переднее по ходу положение второй ступени сушки;

- средство подачи дополнительного воздуха для введения дополнительного воздуха в указанную вторую ступень сушки через по меньшей мере одно впускное отверстие для дополнительного воздуха, расположенное сзади по ходу от указанного впускного отверстия для влажного сушильного воздуха.

2. Устройство по п. 1, отличающееся тем, что по меньшей мере одна сушильная камера первой ступени сушки представляет собой поперечно

вентилируемую сушильную камеру.

3. Устройство по п. 1 или 2, отличающееся тем, что по меньшей мере одна сушильная камера второй ступени сушки представляет собой продольно вентилируемую сушильную камеру.

4. Устройство по одному из пп. 1 – 3, отличающееся тем, что указанное впускное отверстие для дополнительного воздуха расположено в положении сзади по ходу, составляющем по меньшей мере 30% от общей длины указанной второй ступени сушки.

5. Устройство по одному из пп. 1 – 4, отличающееся тем, что вторая ступень сушки содержит по меньшей мере две сушильные камеры, а впускное отверстие для дополнительного воздуха обеспечено в последней сушильной камере второй ступени сушки на заднем по ходу конце второй ступени сушки.

6. Способ сушки листов, в котором вводят влажный лист в устройство для сушки листов, предпочтительно в соответствии с одним из пп. 1 – 5;

- транспортируют влажный лист через первую ступень сушки, и горячий воздух вводят в по меньшей мере одну сушильную камеру для контакта с влажным листом и для испарения влаги из влажного листа с получением частично высушенного листа;

- отводят выпускаемый воздух из указанной по меньшей мере одной сушильной камеры первой ступени сушки и указанный выпускаемый воздух собирают из указанной по меньшей мере одной сушильной камеры первой ступени сушки;

- транспортируют частично высушенный лист через вторую ступень сушки, содержащую по меньшей мере одну сушильную камеру;

- включают по меньшей мере часть выпускаемого воздуха, собранного из указанной по меньшей мере одной сушильной камеры первой ступени сушки, в состав влажного сушильного воздуха, и указанный влажный сушильный воздух вводят в по меньшей мере одну сушильную камеру второй ступени сушки в переднее по ходу положение второй ступени сушки;

- вводят дополнительный воздух в по меньшей мере одну сушильную камеру второй ступени сушки в положении сзади по ходу от переднего по ходу положения для введения влажного сушильного воздуха для получения высушенного листа; и

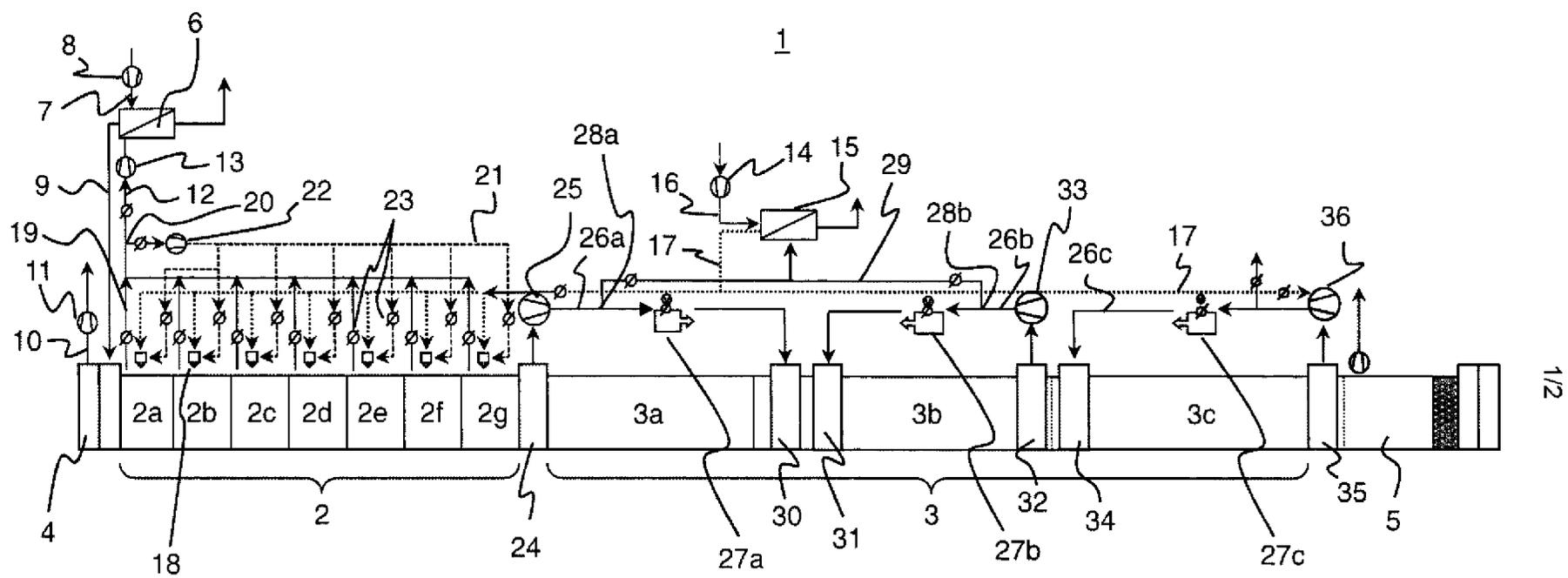
- извлекают высушенный лист из устройства для сушки листов.

7. Способ по п. 6, отличающийся тем, что влажность дополнительного воздуха, вводимого в по меньшей мере одну сушильную камеру второй ступени сушки является ниже, чем влажность влажного сушильного воздуха, вводимого в по меньшей мере одну сушильную камеру второй ступени сушки в переднее по ходу положение второй ступени сушки.

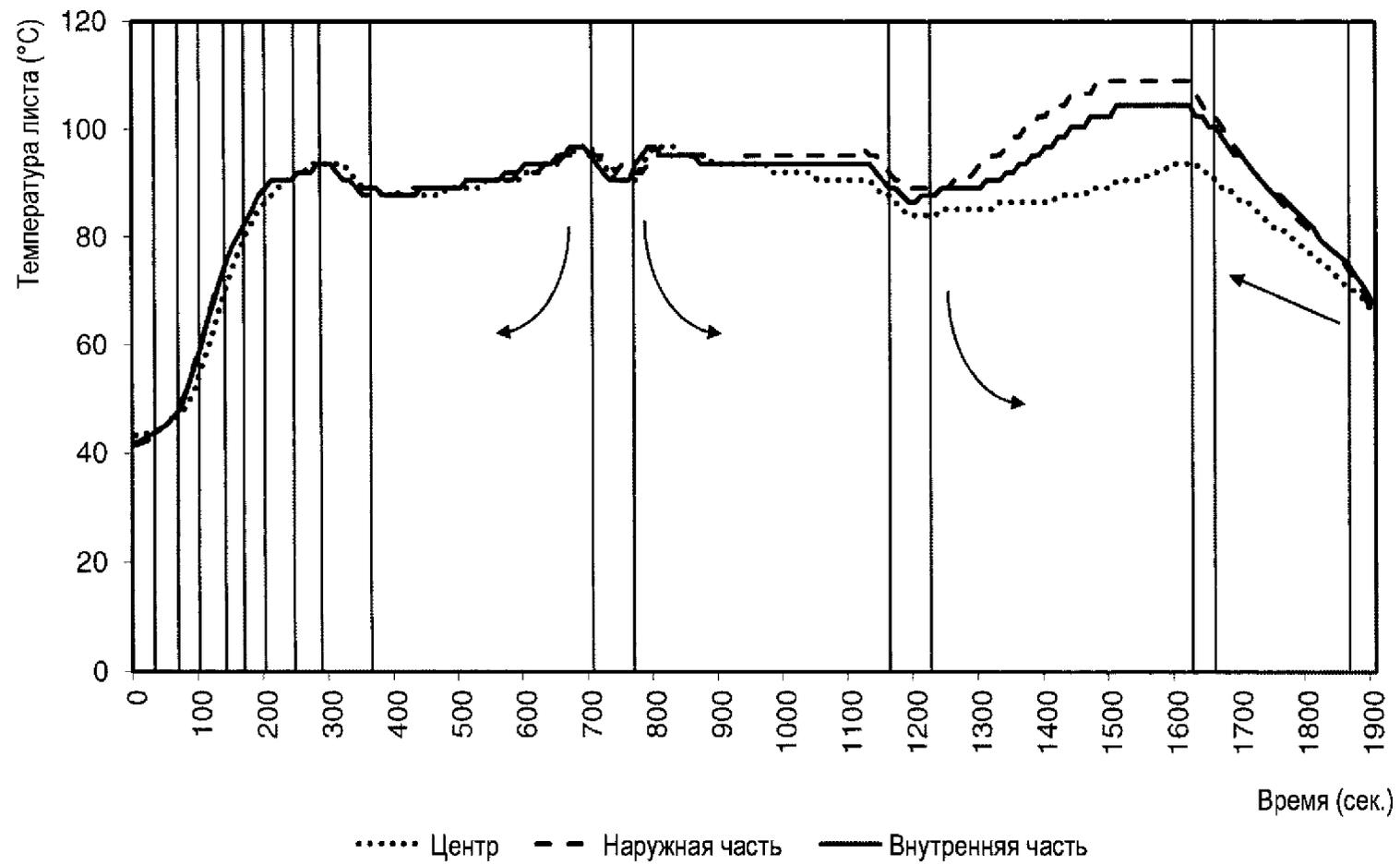
8. Способ по одному из пп. 6 – 7, отличающийся тем, что вторая ступень сушки содержит по меньшей мере две сушильные камеры, а дополнительный воздух вводят в последнюю сушильную камеру на заднем по ходу конце второй ступени сушки.

9. Способ по одному из пп. 6 – 8, отличающийся тем, что горячий воздух, вводимый в по меньшей мере одну сушильную камеру первой ступени сушки, проходит лист в направлении поперечном продольному направлению транспортировки листа через указанную первую ступень сушки.

10. Способ по одному из пп. 6 – 9, отличающийся тем, что влажный сушильный воздух, вводимый в по меньшей мере одну сушильную камеру второй ступени сушки, проходит лист в направлении параллельном продольному направлению транспортировки листа через указанную вторую ступень сушки, при этом указанное направление совпадает или противоположно относительно направлению транспортировки листов.



Фиг. 1



Фиг. 2