

СТЕКЛО

ISSN 0131-9582

И КЕРАМИКА

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ

Будущее строительства



BAU 2011

17-22 января • Мюнхен

www.bau-muenchen.com

№ 12

декабрь 2010

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЛИНИЙ ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ СТЕКОЛЬНОЙ ШИХТЫ

Канд. техн. наук В. В. Ефременков (e-mail: stromizmeritel@rambler.ru)

ЗАО «Стромизмеритель» (Россия, г. Нижний Новгород)

Рассмотрены особенности проектирования линий транспортирования стекольной шихты от составных цехов к стекловаренным печам. Представлены варианты схем с использованием надземных и подземных галерей. Определены преимущества и недостатки различного транспортно-технологического оборудования, влияющие на качество стекольной шихты

Ключевые слова: стекольная шихта, поточно-транспортные линии, расслоение шихты, галерея, контейнерный транспорт

Завершающим этапом технологического процесса приготовления стекольной шихты является выгрузка многокомпонентной смеси сырьевых материалов из смесителя, после чего либо осуществляются транспортирование шихты в машинно-ванный цех и распределение ее по бункерам загрузчиков стекловаренной печи, либо производится промежуточная загрузка в кубели или бункера хранения, обеспечивающие определенный (чаще на одну смену) технологический запас шихты. При этом разнообразие оборудования, применяемого для транспортирования шихты, определяется способами приготовления и дозированной загрузки шихты и боя в стекловаренную печь, количеством загрузчиков и конструкцией загрузочного кармана печи, протяженностью поточно-транспортных линий и взаимным расположением составного и машинно-ванного цехов, а также другими факторами.

Наиболее распространенными элементами проектируемых поточно-транспортных линий стекольной шихты в современных составных и машинно-ванных цехах являются ленточные конвейеры, элеваторы и различные механизмы переключения потоков.

Схемы потоков, построенные на основе элеваторов, чаще используются в производстве стеклотары и позволяют осуществить быстрый подъем шихты от уровня разгрузочной воронки смесителя до верхнего уровня бункеров загрузчиков печи, сократить протяженность галерейных транспортных линий и уменьшить время транспортирования шихты, влияющее на процессы ее расслоения и комкования.

При подъеме шихты элеваторами непосредственно в составном цехе (рис. 1) транспортирование шихты производится по надземным (высотой от 8 до 20 м) отопляемым и неотапливаемым галереям и конструкциям, а при подъеме в машинно-ванном цехе — по подземным каналам и тоннелям (рис. 2).

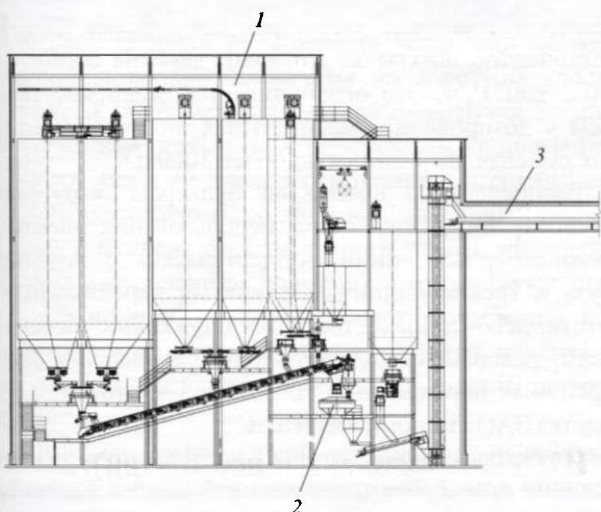


Рис. 1. Линия транспортирования стекольной шихты с надземной галереей (смесители внизу)
1 — составной цех; 2 — смесители шихты; 3 — транспортная галерея шихты

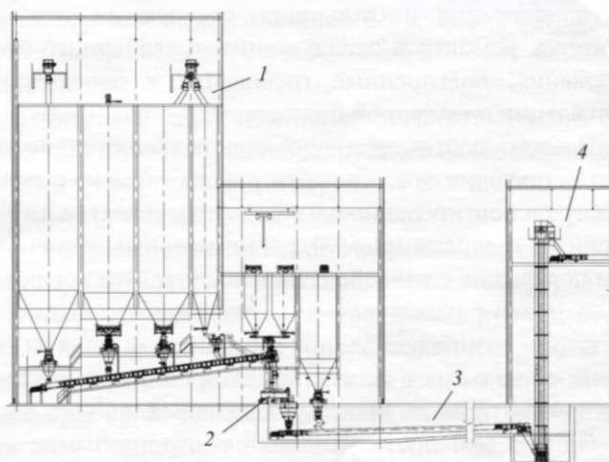


Рис. 2. Линия транспортирования стекольной шихты с подземной галереей
1 — составной цех; 2 — смесители шихты; 3 — транспортная галерея шихты; 4 — машинно-ванный цех

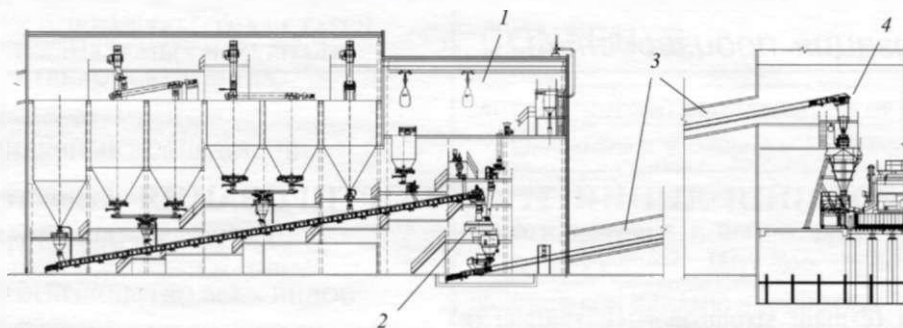


Рис. 3. Линия транспортирования стекольной шихты с наклонной галереей (смесители внизу)
1 — составной цех; 2 — смесители шихты; 3 — транспортная галерея шихты; 4 — машинно-ванный цех

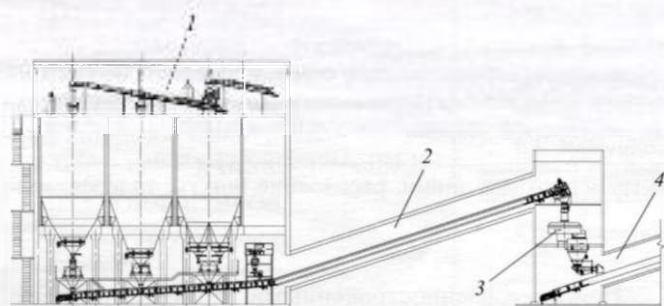


Рис. 4. Линия транспортирования стекольной шихты с наклонной галереей (смесители вынесены из составного цеха)
1 — составной цех; 2 — транспортная галерея компонентов шихты; 3 — смесители шихты; 4 — транспортная галерея шихты

Транспортирование шихты под землей по сравнению с надземным транспортированием имеет ряд преимуществ: шихта не подвергается суточным и сезонным колебаниям температуры окружающей среды; в подземной галерее не требуется дополнительное отопление; сокращается количество оборудования в линии дозированной загрузки собственного (возвратного) стеклобоя; оптимизируется планировка окружающей территории производственных цехов. Недостатками являются: существенные затраты на выполнение гидроизоляции подземных конструкций; определенные трудности и ограничения при проектировании и строительстве внутриплощадочных сетей водопровода, канализации и отопления; стесненные условия монтажа, ремонта и эксплуатации конвейерного оборудования; повышенные требования к освещению, вентиляции и пожарной безопасности.

В производстве листового стекла традиционно отдается предпочтение безэлеваторным схемам, в которых транспортирование шихты осуществляется по наклонным галереям (рис. 3) с минимальным количеством пересыпок с конвейера на конвейер. Это исключает возможное расслоение многокомпонентной смеси, частично возникающее при просыпании шихты во время ее подъема в шахтах элеваторов и при центробежной выгрузке из элеваторных ковшей.

Однако при проектировании и строительстве наклонных галерей необходимо учитывать то, что при подъеме галерейного конвейера на угол $10 \dots 15^\circ$ длина наклонного участка галереи составляет не менее $40 \dots 50$ м. Поэтому представляет интерес сокращение

этой длины, особенно в условиях ограниченной площади производственной территории и небольшого ($20 \dots 30$ м) расстояния между составным и машинно-ванными цехами.

Одним из вариантов сокращения длины наклонной галереи является удлинение сборочного конвейера компонентов шихты и подъем смесителей на более высокую строительную отметку за счет переноса смесительного участка в отдельное помещение, удаленное от составного цеха на $15 \dots 20$ м (рис. 4). Подобная транспортная схема хотя и увеличивает длительность цикла приготовления шихты на $10 \dots 15$ с, но уменьшает время транспортирования готовой шихты и исключает необходимость строительства глубоких приямков под смесителями, что особенно важно при высоком уровне грунтовых вод на месте строительства составного цеха.

Перенос смесителей на более высокую строительную отметку непосредственно в составном цехе возможен в схемах, использующих элеваторы для подъема отдозированных компонентов шихты (рис. 5), что также позволяет осуществлять последующую подачу готовой шихты от смесителей к бункерам загрузчиков стекловаренной печи по надземным галереям.

Ввиду того что оптимальное время загрузки высокопроизводительных смесителей емкостью $2250 \dots 4500$ л находится в интервале $1 \dots 1,5$ мин, производительность ковшовых элеваторов для подъема $2,5 \dots 5$ т компонентов шихты за это время должна составлять $130 \dots 200$ м³/ч. Это ограничивает применение таких схем в дозировочно-смесительных линиях, оснащенных смесителями емкостью более 3000 л.

Распределение шихты по бункерам загрузчиков стекловаренных печей при использовании элеваторно-конвейерных линий осуществляется с помощью двух- и трехпозиционных рукавных переключателей потока, лево- и правосторонних плужковых сбрасывателей, реверсивных стационарных конвейеров и реверсивных передвижных конвейеров-челноков производства ЗАО «Стромизмеритель».

Плужковые сбрасыватели ввиду их повышенного пыления при сбросе материала и быстрого износа отсекающего элемента плужка (особенно при транспортировании стеклобоя) целесообразно использовать только в условиях ограниченной высоты участков переключения потоков шихты и стеклобоя (например, в

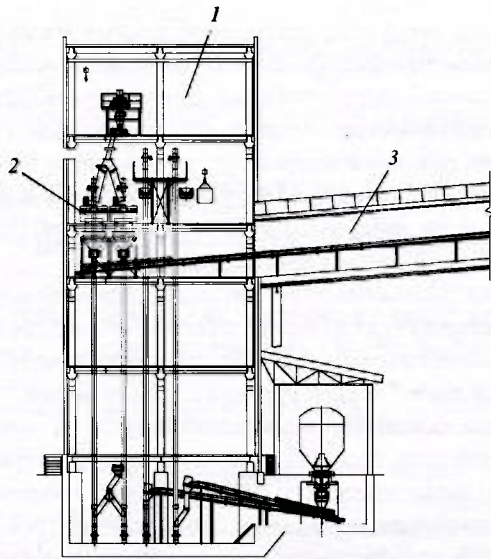


Рис. 5. Линия транспортирования стекольной шихты с надземной галереей (смесители вверху)
 1 — составной цех; 2 — смесители шихты; 3 — транспортная галерея шихты

подземных галереях или в межферменных пространствах), а также в устройствах аварийного удаления бракованной шихты и в схемах, фиксирующих с помощью металлодетекторов недопустимые концентрации металла в шихте. Различные модификации плужковых сбрасывателей, устанавливаемых на ленточных конвейерах, имеют либо неподвижно закрепленные, либо поворотные сбрасывающие элементы, управляемые электрическими или пневматическими приводами. В конструкциях с неподвижными плужками необходимый сброс транспортируемого материала осуществляется с помощью небольшой подъемно-опускной платформы, находящейся под лентой и прижимающей ленту к плужковому сбрасывателю снизу во время подъема.

Определенным преимуществом плужковых сбрасывателей является возможность установки нескольких сбрасывающих элементов на коротком участке конвейера, например над бункерами загрузчиков шихты стекловаренной печи с поперечным направлением пламени. Если же транспортируемый материал необходимо распределить по двум направлениям (загрузка шихты в бункера стекловаренной печи с подковообразным направлением пламени) и отсутствуют ограничения по высоте для установки оборудования, наиболее оправдано использование рукавных переключателей потока, исключающих потери и пыление материала.

Для более равномерной загрузки смеси шихты и стеклобоя в бункера стекловаренной печи с широким загрузочным карманом (количество загрузчиков шихты на больших печах по производству флоат-стекла может достигать 8 ... 11) целесообразно применение реверсивного передвижного конвейера-челнока, плав-

но перемещающегося по рельсам вдоль всей загрузочной зоны бункеров.

Иногда для распределения шихты по всей ширине бункеров загрузчиков используются винтовые конвейеры с разнонаправленной от точки загрузки шихты навивкой винтов, поворотные карусельные механизмы, растаскивающие шихту от центра бункера в его крайние зоны, и другие нестандартные устройства и механизмы.

Очевидно, что процессы транспортирования и распределения шихты по бункерам на разных стекольных заводах различны [1]. На современных заводах протяженность транспортных потоков шихты незначительна и составляет несколько десятков метров, а на других, особенно старых предприятиях по производству стеклотары и листового стекла длина этих линий превышает 100 м и достигает на отдельных заводах 300 ... 400 м. Транспортирование шихты на такие расстояния с помощью конвейерных линий со значительным количеством пересыпок материала приводит к расслоению и комкованию шихты, снижению ее температуры и влажности, а также к образованию в ней при определенных условиях кристаллогидратов [2].

Для снижения отрицательного влияния этих факторов на качество шихты разрабатываются различные мероприятия: сокращается количество пересыпок шихты; производится герметизация ленточных конвейеров; обеспечивается необходимый температурный режим в транспортных галереях; повышается исходная влажность шихты. Повышение влажности с 4 ... 4,5 до 6 ... 7 % позволяет компенсировать испарение воды из шихты во время транспортирования, но частично способствует нежелательному комкованию смеси. Кроме того, более увлажненная шихта хуже выгружается из приемного бункера смесителя и склонна к постоянному налипанию на внутренние поверхности элеваторных шахт и конвейерные ленты, что особенно отрицательно сказывается на процессе транспортирования шихты в неотапливаемых надземных галереях зимой. Выполнить же отопление и теплоизоляцию транспортной галереи длиной в несколько сотен метров возможно, но это требует значительных капитальных затрат.

Наименьшее расслоение и снижение качества стекольной шихты, транспортируемой на большие расстояния, происходит при перевозке ее в кубелях, электровозных тележках или контейнерах.

Внутрицеховое транспортирование шихты в кубелях осуществляется с помощью электротельферов или кран-балок, управляемых оператором в ручном режиме, и чаще используется в производстве сортовой посуды, небольших объемов стеклотары, электровакуумных приборов, стеклянных изоляторов и другой продукции. Возможно полностью автоматическое управление линиями кубельной подачи шихты от смесителей к бункерам загрузчиков шихты (подобная линия функционирует на Львовском электроламповом заводе), но производительность этих линий ограничена

тем, что в каждом цикле транспортирования используется лишь один саморазгружающийся кубель небольшой емкости, перемещаемый электротельфером.

Межцеховое перемещение кубелей с шихтой производится либо с помощью ручных и электроприводных тележек при смежном расположении цехов, либо автомобильным транспортом, если расстояние между составным и машинно-ваннным цехами составляет несколько сот метров. Возможна перевозка шихты в кубелях даже на несколько десятков километров с одного стекольного завода на другой. В этом случае при частичном расслоении шихты и снижении ее влажности при транспортировании и промежуточном хранении предусматривается дополнительное перемешивание и доувлажнение шихты в смесителе, установленном у потребителя. Установка такого смесителя позволяет наряду с доувлажнением дополнительно вводить в шихту, имеющую базовый состав компонентов, красители или обесцвечиватели стекломассы.

Для транспортирования шихты на большие расстояния в производстве листового стекла ранее широко использовались электровозные тележки, но в настоящее время подобные транспортные средства применяются все реже и реже и в ходе реконструкции заменяются на конвейерные линии или системы контейнерной подачи шихты.

Замена тележек, управляемых машинистом (засыпщиком шихты), на ленточные конвейеры позволяет автоматизировать процесс транспортирования шихты, предотвращает возможное возникновение аварийных ситуаций и снижает травматизм обслуживающего персонала. Но это техническое решение не всегда обеспечивает сохранение качества исходной шихты, так как при протяженности трассы в 300 ... 400 м и скорости движения конвейерной ленты 1 м/с общее время транспортирования многокомпонентной смеси сырьевых материалов составляет 5 ... 7 мин, а количество пересыпок достигает 4 ... 5 при нескольких поворотах галереи.

Сохранение исходного качества шихты при полной автоматизации процесса транспортирования достигается при использовании контейнерной системы подачи шихты, которая включает в себя:

– замкнутый монорельсовый путь с троллейным шинопроводом, состоящий из двух параллельно расположенных ветвей прямого и обратного перемещения контейнеров и концевых участков разворота в составном и машинно-ваннном цехах;

– подвесные транспортные контейнеры емкостью 3 ... 4 м³, каждый из которых оборудован самоходной монорельсовой тележкой перемещения с токосъемником и электроприводом, загрузочным и аспирационным патрубками, поворотным секторным затвором разгрузки и автономным щитком управления;

– узлы загрузки шихты, снабженные аспирационными отсосами пыли и телескопическими механизмами стыковки с загрузочными патрубками контейнеров;

– стационарные механизмы открывания секторных затворов контейнеров, расположенные на участках загрузки бункеров загрузчиков шихты в стекловаренную печь или промежуточных бункеров системы дозированной подачи шихты и стеклобоя;

– централизованную систему контроля и управления, состоящую из персонального компьютера, датчиков идентификации и положения каждого контейнера шихты, а также других средств автоматизации.

Кроме основного монорельсового пути в контейнерной системе транспортирования предусматриваются переключаемые с помощью стрелок ответвления, обеспечивающие вывод отдельных контейнеров из общей линии для профилактики и ремонта и их последующее возвращение в систему.

Общее количество подвесных контейнеров шихты, находящихся в транспортной линии, может достигать 25 ... 30 и зависит от производительности стекловаренной печи (или печей), протяженности галереи и от скорости перемещения контейнеров. Поскольку скорость перемещения контейнеров меньше скорости движения тележки, время транспортирования каждой порции шихты в контейнерах возрастает. Это приводит к нежелательному уплотнению шихты и затрудняет ее выгрузку. Поэтому дополнительным условием при замене электровозных тележек на систему подвесных контейнеров является снижение исходной влажности шихты до 2,5 %, что не всегда возможно из-за технологических требований к процессу стекловарения и повышенного пыления шихты при ее смешивании со стеклобоем и загрузке в бункера загрузчиков шихты.

Таким образом, при проектировании линий транспортирования стекольной шихты и выборе соответствующего технологического оборудования необходимо учитывать все факторы, влияющие не только на общеконструктивные и архитектурно-строительные решения составных цехов и транспортных галерей, но и на конечное качество шихты, загружаемой в стекловаренную печь.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Литвин В. И., Токарев В. Д., Ячевский А. В. Оптимизация физико-химических процессов при приготовлении стекольной шихты и оценка влияния ее влажности на эффективность процесса варки стекла // Стекло и керамика. 2010. № 8. С. 19 – 23.
2. Маневич В. Е., Субботин К. Ю., Токарев В. Д., Вахитов В. В. Физико-химические процессы при транспортировке и хранении стекольной шихты // Стекло и керамика. 2003. № 11. С. 3 – 5.
Manevich V. E., Subbotin K. Yu., Tokarev V. D., Vakhitov R. V. Physicochemical Processes in Transportation and Storage of Glass Batch // Glass and Ceram. 2003. V. 60. № 11 – 12. P. 353 – 355.