



## Модернизация линий по производству автоклавного газобетона: цели, задачи и инструменты



**Сергей Лорай,**  
руководитель  
службы сервиса,  
Wehrhahn



**Галина Романова,**  
координатор  
проектов,  
Wehrhahn



**Уве Шляй,**  
главный технолог,  
Wehrhahn

Основная цель модернизации – это повышение эффективности производства и, соответственно, прибыльности и конкурентоспособности предприятия. Для ее достижения необходимо решить целый комплекс задач. Назовем основные:

- снижение производственных затрат;
- увеличение производительности линии;
- повышение качества продукции, улучшение ее потребительских свойств;
- расширение ассортимента выпускаемой продукции и др.

Каждая из обозначенных выше задач требует решения целого ряда подзадач. Так, *производственные затраты* могут быть оптимизированы путем:

- снижения расходов на сырье;
- снижения энергоемкости производственного процесса;
- сокращения брака;
- сокращения численности обслуживающего персонала путем повышения уровня автоматизации производства;
- оптимизации расходов на техобслуживание оборудования.

Wehrhahn имеет большой опыт в решении всех поставленных выше задач: комплексно, индивидуально, с учетом специфики Вашего производства, потребностей Вашего рынка, Ваших инвестиционных возможностей.

Так, в апреле 2018 года завершилась полная реконструкция газобетонного завода компании «Н+Н УК». Проект реализован в рекордно короткие сроки. Работы по замене оборудования – с момента остановки старой линии до выпуска первого массива на новом оборудовании – длились меньше трех месяцев. При этом были заменены все производственные участки, кроме БСУ и автоклавного отделения. В результате совместной работы над

### Введение

*Нужно ли инвестировать в модернизацию? А в сложные кризисные времена? А при высокой конкуренции и низких ценах на продукцию?*

*Да, нужно. Чтобы выжить на рынке. Чтобы работать эффективно и в то время, когда конкуренты еле-еле сводят концы с концами.*

проектом разработана новая концепция линии Wehrhahn superSMART: усовершенствованы технология и оборудование, разработана новая система установки машин без глубоких дорогостоящих фундаментов и т.д. В результате модернизации увеличивается производительность линии, улучшается качество продукции, сокращаются численность персонала и затраты на техобслуживание оборудования.

Рассмотрим более подробно некоторые инструменты для повышения эффективности газобетонного производства, предлагаемые компанией Wehrhahn.

### **1. Внедрение безотходной технологии производства: снижение производственных затрат, увеличение производительности линии, повышение качества продукции**

Внедрение безотходной технологии производства позволяет решить сразу несколько задач на пути повышения рентабельности производства, в т.ч. существенно снизить производственные затраты, что особенно актуально в условиях кризиса.

#### **1.1. Снижение расходов на сырье**

Обычно снижение затрат на сырье достигается путем подбора более дешевых компонентов, часто в ущерб качеству производственного процесса и конечной продукции.

Наиболее действенный инструмент снижения расходов на сырье – это переход на безотходную технологию производства с использованием установки удаления нижнего подрезного слоя Wehrhahn (рис. 1). Практически все газобетонные линии Wehrhahn как в Германии, так и в других странах (около 100 линий), работают по безотходной технологии: все обрезки, включая нижний подрезной слой, возвращаются в производственный процесс в виде химически активного обратного шлама.



Рис. 1. Установка удаления нижнего подрезного слоя Wehrhahn

При размере массива 6000x625(x 1200/1500) мм и толщине нижнего подрезного слоя 60 мм объем нижнего подрезного слоя составляет 0,225 м<sup>3</sup>. Таким образом, на линиях, осуществляющих резку массива в вертикальном положении и при этом не оснащенных установкой удаления нижнего подрезного слоя, **в каждом массиве планомерно производятся 0,225 м<sup>3</sup> твердых отходов – это около 5% объема массива** (при высоте массива 1200 мм и полезном объеме 4,5 м<sup>3</sup>). **Wehrhahn предлагает перейти от производства отходов к выпуску высококачественной продукции!**

**Использование нижнего подрезного слоя в виде обратного шлама в производстве позволяет экономить около 5% (в зависимости от объема массива и толщины нижнего подрезного слоя) всех (кроме алюминия) твердых сырьевых компонентов, в том числе и дорогостоящих вяжущих: извести и цемента.**

Таким образом, возврат нижнего подрезного слоя в производственный процесс позволяет при заливке каждых 100 массивов экономить сырье, достаточное для производства 5 массивов, то есть 5% высококачественной продукции производятся из сэкономленного сырья (+ алюминий)!

#### **1.2. Уменьшение количества твердых отходов**

Установка удаления нижнего подрезного слоя Wehrhahn позволяет полностью исключить образование брака из-за повреждения блоков нижнего ряда при отделении нижнего подрезного слоя после автоклавирования.

Как показывает опыт, при отделении нижнего подрезного слоя после автоклавирования ломаются 1–3 блока нижнего ряда. Даже при производстве 200 000 м<sup>3</sup> газобетона в год потери при отбраковке всего одного блока размером 625x250x300 мм составляют 0,05 м<sup>3</sup>x44 444 массивов/год ≈ 2 222 м<sup>3</sup>/год. Исключив эти повреждения путем использования установки Wehrhahn для удаления нижнего подрезного слоя, Вы получите дополнительно 2 222 м<sup>3</sup>/год высококачественной продукции. При рыночной стоимости, например, 50 евро за 1 м<sup>3</sup>, дополнительная выручка составит 111 100 евро в год!

#### **1.3. Снижение энергоемкости производства**

Благодаря тому, что объем газобетонных массивов, подвергаемых автоклавированию, снижается примерно на 5%, расход энергии на один автоклавный цикл снижается примерно на 3–4%. Эта тепловая энергия высвобождается

ется для выпуска высококачественной продукции (экономия 5% энергии не достигается, так как затраты энергии на разогрев автоклавов, автоклавных вагонеток и поддонов остаются теми же).

Сберегаются также ресурсы, которые тратятся на утилизацию технологически обусловленных твердых отходов производства: денежные средства, рабочее время, производственные площади.

#### 1.4. Дополнительные технологические преимущества

Использование обратного шлама в рецептуре (оптимально 17–20% по массе от сухих компонентов смеси) положительно влияет на качество газобетонной смеси, свойства газобетонного массива и качество готовой продукции. Так, существенным преимуществом является повышение седиментационной устойчивости газобетонного шлама, что обеспечивает одинаковую плотность блоков в верхней и нижней части массива. Это преимущество особенно важно при производстве блоков меньшей плотности. Значительно улучшаются прочностные характеристики готовой продукции (прочность на сжатие).

При кантовании массива на установке удаления нижнего подрезного слоя ослабляются швы реза, что уменьшает склеивание блоков. В результате облегчается работа разделительной машины, сокращаются возможные повреждения.

#### 2. Модернизация газобетонных линий путем внедрения установок Wehrhahn деления «зеленого» массива и чистки автоклавных решеток / поддонов

В настоящее время набирает силу тенденция снижения удельной плотности газобетонной продукции. Это позволяет производителю экономить сырье, расширять ассортимент выпускаемой продукции, а потребитель обеспечивается продукцией с повышенными тер-

моизоляционными качествами, вплоть до термоизоляционных панелей из газобетона плотностью не более 150 кг/м<sup>3</sup>.

**Установка деления сырого массива** (рис. 2) обеспечивает особенно большие преимущества при производстве тонких блоков, а также блоков пониженной плотности, когда тенденция к склеиванию увеличивается и дальнейшая оптимизация рецептуры не дает желаемых результатов или ведет к существенному увеличению расходов на дорогостоящее сырье.

Установка деления «зеленого» массива рекомендуется для модернизации газобетонных линий, на которых резка массива осуществляется в вертикальном положении, а его автоклавирование – в горизонтальном. После резки в вертикальном положении массив кантуется на 90° в горизонтальное положение и перемещается на установку деления «зеленого» массива. Здесь массив разделяется по свежим срезам и помещается на автоклавную решетку и затем в автоклав.

Внедрение установки деления «зеленого» массива позволяет предотвратить склеивание блоков во время автоклавирования и соответственно исключить возникновение некондиции по причине склеивания блоков. Кроме того, отделенные друг от друга блоки лучше пропариваются в автоклаве, соответственно улучшаются их прочностные характеристики. Это особенно важно при производстве блоков пониженной плотности с повышенными теплоизоляционными свойствами, которые все больше востребованы на рынке.

Установка чистки автоклавных решеток Wehrhahn (рис. 3) удаляет напекания газобетонной массы, которые возникают в процессе автоклавирования на автоклавных решетках. Вращающиеся металлические щетки, закрепленные в корпусе, обеспечивают эффективную чистку решеток. Корпус уплотнен таким образом, что пылевидные отходы не попадают в окружающую среду, а сразу удаляются с помощью системы пылеудаления.

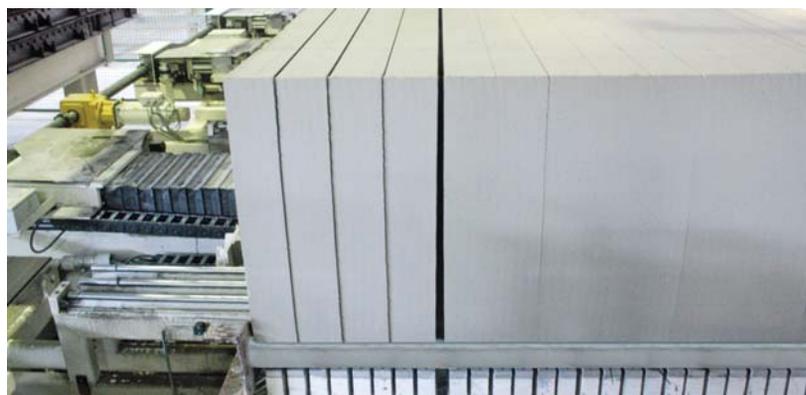


Рис. 2. Установка Wehrhahn деления «зеленого» массива (до автоклавирования)



Рис. 3. Установка  
чистки  
автоклавных  
решеток

Рекомендуется чистка решеток после каждого автоклавного цикла. Однако даже сильно загрязненные решетки могут быть очищены с помощью установки чистки автоклавных решеток Wehrhahn.

Особенно при производстве блоков малой плотности важно обеспечить гладкую и чистую поверхность автоклавных решеток, чтобы избежать отпечатков и повреждений массивов.

### 3. Модернизация с целью повышения уровня автоматизации на примере участка упаковки

При современном уровне развития технологий производства автоклавного газобетона возможна полная автоматизация всех производственных участков. Это позволяет сократить численность обслуживающего персонала на производстве, повысить производительность линии и качество продукции.

Наименее автоматизированным на многих предприятиях остается все еще участок сортировки, палетирования и упаковки готовой продукции. Эти работы выполняются часто с использованием большого количества ручного труда. Отсутствует возможность автоматического разбора массива, состоящего из блоков разной толщины, и упаковки блоков по размерам.

Сортировочно-упаковочное оборудование Wehrhahn позволяет полностью автоматически

- сортировать и разбирать блоки разной толщины, произведенные в одном массиве, и формировать пакеты из блоков одного размера;
- укладывать блоки на транспортные поддоны в положении, удобном для кладки на строительной площадке;

- формировать пакеты разной высоты по желанию покупателя, используя при этом поддоны заданного покупателем размера;
- подавать поддоны, разбирать штабели поддонов;

■ наносить маркировку продукции на пакеты и др. Газобетонные линии всех типов и любых производителей могут быть оснащены сортировочно-упаковочным оборудованием Wehrhahn. Например, в результате оснащения линии «Универсал» Липецкого силикатного завода достигнуты следующие преимущества:

- сократилась численность персонала;
- уменьшилось время такта;
- продукт защищен от воздействия неблагоприятных погодных условий;
- на пакете размещается реклама производителя.

### 4. Модернизация устаревших газобетонных линий

В настоящее время на постсоветском пространстве все еще имеется большое количество газобетонных линий, оснащенных устаревшим оборудованием и технологиями. Эти линии неспособны удовлетворять требованиям времени по эффективности производства, качеству продукции и поэтому значительно уступают по конкурентоспособности предприятиям, работающим на современном оборудовании. Кроме того, линии типа Hebel и Ytong уже не производятся поставщиками оборудования, поэтому неизбежны сложности с запасными частями и поддержанием оборудования в рабочем состоянии.

Wehrhahn имеет богатый опыт обновления устаревших производственных линий путем замены единиц оборудования или целых производственных участков.

#### 4.1. Модернизация устаревших газобетонных линий путем переоснащения участка резки

На линиях **Универсал** и **Hebel** (частично) массивы перемещаются с помощью крана, что не обеспечивает точного и быстрого позиционирования массивов, требует ручного труда, делает невозможным автоматизацию производственного процесса. При производстве газобетона пониженной плотности захват массива грейфером крана часто приводит к повреждению массива. Резка массива осуществляется в горизонтальном положении, для чего требуются длинные струны резки, которые не обеспечивают необходимой точности резки и требуемой на рынке идеальной геометрии газобетонных блоков. Обрезки удаляются из машины резки вручную, для чего необходима дополнительная рабочая сила. Нижний подрезной слой не удаляется. Производство блоков с пазогребневой системой и захватными карманами невозможно.

Для модернизации линий **Hebel** и **Универсал** наилучшим образом подходит компактная линия резки **Wehrhahn SMART**. Так, недавно разработан проект модернизации линии типа **Универсал**. Данный проект предусматривает замену старой линии резки на линию резки **Wehrhahn SMART**, а также кранов автоматическими погрузчиками **Wehrhahn**.

Для модернизации участка резки на линиях **Ytong** оптимальным образом подходит линия **Wehrhahn PLUS**. При этом настоятельно рекомендуется дооснастить линию установкой удаления нижнего подрезного слоя (см. пункт 1).

#### 4.2. Модернизация смесительного отделения

Именно на участке дозирования и смешивания в значительной степени определяется качество готового продукта. Для комплексной модернизации смесительного отделения наилучшим образом подходит система **Wehrhahn Wecomix** – саморегулирующаяся система взвешивания и подготовки газобетонной смеси.

На многих старых линиях, например, типа **Ytong**, необходима также замена оборудования для подготовки и дозирования алюминиевого шлама. Система **Wehrhahn** дозирования алюминия универсальна и позволяет использовать как дорогостоящую алюминиевую пасту, так и более дешевую пудру. В бак дозируется вода, запускается мешалка и затем загружается алюминий: паста или пудра. Через 30 минут интенсивного перемешивания суспензия готова к дозированию в главный

смеситель. Готовая суспензия постоянно циркулирует из бака по кольцевому трубопроводу.

Смеситель алюминия **Wehrhahn** успешно внедрен, например, на линии **Ytong** в Самаре.

#### 5. Повышение общей эффективности производства на линиях **Wehrhahn**

На газобетонных заводах в Германии особое внимание уделяется повышению общей эффективности производства. Находясь в тесном контакте с производителями газобетона, **Wehrhahn** разрабатывает и постоянно совершенствует инструменты по повышению эффективности производства, которые затем проходят испытания на действующих линиях **Wehrhahn** в Германии. Так, разработана комплексная система автоматического сбора данных и контроля всех производственных операций, а также алгоритмы анализа собранных данных.

Оснащенная автоматическими системами электроуправления современная линия накапливает огромное количество данных со всех участков производства. Например, хорошо известные производителям системы электроуправления **Wehrhahn WECOMIX** и **Wehrhahn WACO** собирают данные на участке дозирования и смешивания и на участке автоклавирувания. Эти системы могут быть расширены и интегрированы в систему **PCI (Product Control and Information System)**, позволяющую отслеживать весь цикл производства продукции, включая маркировку и отгрузку покупателю.

Система энергоменеджмента предусматривает оснащение производства электроизмерительным оборудованием для учета электропотребления основным оборудованием линии.

Анализ полученных данных позволяет:

- оптимизировать техобслуживание линии, действуя превентивно, обеспечивая бесперебойность работы линии и своевременную замену частей оборудования;
- повышать производительность оборудования, оптимизируя время такта отдельных производственных операций;
- снижать энергоемкость производства путем контроля электропотребления, снижения пиковых нагрузок и пр.

*Тщательный анализ производственных данных, собранных на одной из линий **Wehrhahn** в Германии, проведенный специалистами **Wehrhahn**, выявил возможность **ежегодной экономии средств** в размере 50 000 евро. При этом необходимо отметить, что линия является одной из самых современных и эффективных в Германии, тем не менее и на ней обнаружился значительный потенциал для дальнейшей оптимизации. В значительной сте-*

*пени эта оптимизация может быть достигнута с минимальными затратами или вовсе без затрат, например, путем небольших реорганизаций труда и производственного процесса, устранения неполадок оборудования собственными силами и т.п.*

Еще одна возможность увеличения производительности оборудования – сокращение времени такта на отдельных производственных участках путем внедрения в производство дополнительных машин.

Так, время такта на линии резки может быть сокращено путем установки двух и даже трех вагонеток участка резки. На новой линии резки завода «Н+Н УК» в Лондоне установлены три вагонетки участка резки, время такта производственной линии составляет **рекордные 2,5 мин.!**

Недавно был реализован проект дооснащения линии упаковки Wehrhahn на одном из заводов XELLA в Германии. Вторая, дополнительная машина перестановки блоков и формирования пакетов (рис. 4) переносит части массива с сортировочного стола на транспортный поддон, в то время как первая уже имевшаяся машина теперь выполняет только операцию по перемещению блоков на поворотный стол.

Установка дополнительного погрузчика на участке перед автоклавами позволяет поделить операции между двумя погрузчиками: один работает с «зелеными» массивами, уста-



Рис. 4. Перестановщик блоков Wehrhahn: линия упаковки может быть дооснащена

навливая их на автоклавные вагонетки и формируя автоклавный поезд, другой погрузчик разгружает массивы после автоклавирования, возвращает автоклавные палеты или решета в производственный процесс. Проект реализован, например, на заводе «ЭКО» (Россия). Здесь же, а также на заводе «АЭРОК» (Украина) внедрены дополнительные передаточные платформы на участках перед автоклавами и/или в зоне предварительного твердения.

### Заключение

На постсоветском пространстве все острее встает задача модернизации существующих газобетонных заводов. Даже многие современные газобетонные линии, работающие на европейском оборудовании, уже достигают 10-летнего возраста и нуждаются в тщательном апгрейде.

В условиях насыщенного рынка регулярные и систематические мероприятия по повышению эффективности производства необходимы. Они обеспечивают конкурентоспособность предприятия, его выживание в сложных рыночных условиях, повышают рентабельность бизнеса. Так, например, расширение ассортимента продукции за счет выпуска теплоизоляционных панелей Wesorog из газобетона обеспечивает доступ к новым сегментам рынка сбыта и открывает дополнительные возможности для реализации газобетона.

Wehrhahn предлагает инструменты для решения самых разных задач по модернизации газобетонных предприятий и повышению их эффективности: замена устаревшего оборудования, дооснащение линий дополнительным оборудованием, оптимизация производственного процесса на основе анализа производственных данных и другие – индивидуально, комплексно, на основе анализа потребностей предприятия и его возможностей.

### Литература

1. Рудченко Д.Г. Газобетон автоклавного твердения с повышенным коэффициентом конструктивного качества. Материалы диссертации.
2. Клаус Бонеманн, Романова Г.В., Цельмер В.Н. Расширение ассортимента газобетонной продукции путем выпуска теплоизоляционных панелей: потребности рынка и особенности производства на оборудовании Wehrhahn // Сборник докладов научно-практической конференции «Современный автоклавный газобетон». – Санкт-Петербург, 2017. – С. 27-33. // Технологии бетонов. – № 5–6, 2018. – С. 16–20.
3. Поттин Ф., Хельбер К., Романова Г.В., Цельмер В.Н. Возможные стратегии при производстве АГБ в условиях экономического спада // Сборник докладов научно-практической конференции «Современный автоклавный газобетон». – Санкт-Петербург, 2015. – С. 38–43.