The image shows a close-up of a Siemens conveyor scale mechanism. A white control box with a keypad and display is mounted on a metal frame. A red metal base supports a large, rusted metal roller. A white cable runs across the mechanism. The background is a blurred outdoor setting.

**SIEMENS**

Мэтт Мориссей, Продакт Менеджер, Технологии взвешивания

## Конструкция конвейерных весов: Надежность и точность

Взвешивание – один из старейших промышленных процессов, известных в наши дни. Первые весы использовались более 6000 лет назад для торговли драгоценными металлами в обмен на товары и услуги. Тысячелетия спустя пружины, рычаги и стержни позволили обеспечить высокую точность, поэтому купцы смогли гарантировать правильную оплату товаров.

Перенесёмся в наши дни: одной из типичных технологий взвешивания в современных отраслях промышленности являются конвейерные весы. Конвейерные весы разных размеров и форм применяются уже более ста лет.

Мэтт Мориссей, Продакт менеджер по технологиям взвешивания Siemens, рассказывает обо всех составляющих хороших конвейерных весов. В конце концов, весь смысл инновационной технологии взвешивания теряется, если хранить его в секрете!

С древних времён и до наших дней, Технологии бронзового века остались далеко позади, но в двадцать первом столетии важность взвешивания не уменьшилась. В продуктовом магазине мы взвешиваем мясо и овощи, для получения

правильного состава конечного продукта с точностью до грамма отмеряем химические вещества, а многие из нас тщательно следят за собственным весом, пользуясь напольными весами!

На предприятиях по всему миру конвейерные весы используются для взвешивания материалов в процессе перемещения по конвейеру.

Конвейерные весы, как и любые другие взвешивающие устройства, эволюционировали от простейших механических конструкций до электронно-механических гибридов. Существуют и полностью электронные ленточные весы, например, основанные на технологиях гамма-излучения или СВЧ сканирования, хотя их мы, как правило, не считаем «весами» в прямом смысле слова.

[siemens.com/weighing](https://www.siemens.com/weighing)

# Конструкция конвейерных весов: Надежность и точность

О требованиях, предъявляемых к конвейерным весам

Итак, из чего состоят хорошие конвейерные весы? Рассмотрим важнейшие составляющие.

Конвейер: Конвейерные весы применяются в динамических процессах, поэтому для начала рассмотрим центральный компонент динамической взвешивающей системы, а именно конвейер. В первую очередь, следует обратить внимание на ширину конвейера и учесть влияние ширины на конструкцию конвейерных весов.

Существует два основных типа конвейерных весов, основанных на применении весоизмерительных ячеек:

- Модульная конструкция: все весоизмерительные ячейки установлены на независимых модулях, соединённых роликовой опорой.
- Однорольковый мост: один или две весоизмерительные ячейки установлены на несущую конструкцию по ширине конвейера.

Некоторые типы конструкций могут сочетаться, формируя многорольковые весы, но о них мы поговорим позже. Ширина конвейера определяет конструкцию весов. Модульные весы ограничены максимальной нагрузкой на крепежный кронштейн весоизмерительной ячейки, поскольку ячейки могут скручиваться из-за слишком большой нагрузки при ширине свыше 600 мм. Ширина конвейерной ленты может достигать 2500 мм, поэтому для широких конвейеров или при высокой скорости ленты желательно использовать весоизмерительный мост.

Расстояние между роликовыми опорами: Это расстояние является неотъемлемой частью конвейера и требует внимания. Конвейерные весы начинают «взвешивать» или отклоняться под нагрузкой, так как материал поступает в зону взвешивания. Зона взвешивания начинается посередине между взвешивающей роликовой опорой конвейерных весов и предыдущей роликовой опорой и заканчивается посередине от роликовой опоры конвейерных весов и следующей роликовой опоры (Рисунок 1). Если конструкция весов включает несколько

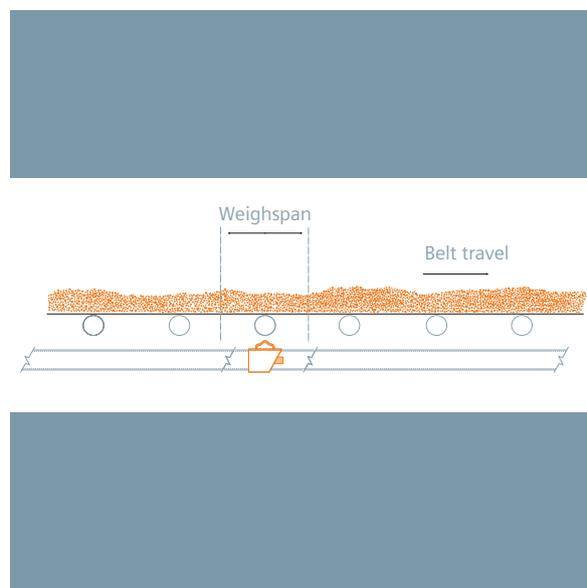
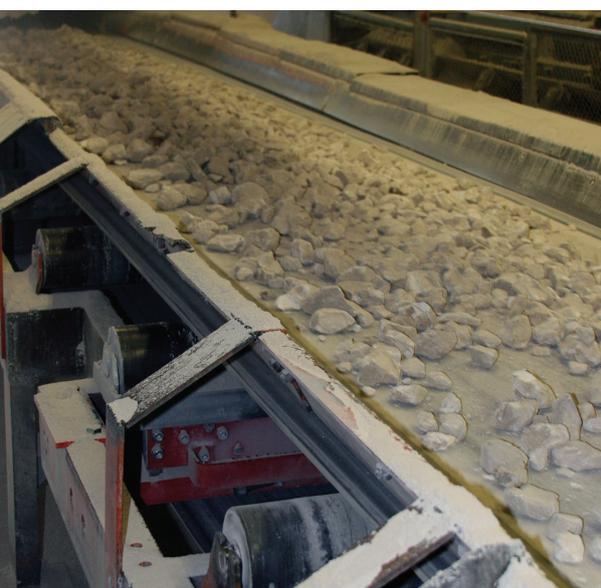
взвешивающих роликовых опор, то все они находятся на взвешивающем участке.

По мере увеличения расстояния между роликовыми опорами, увеличивается и нагрузка на весы, поскольку зона взвешивания становится больше и наоборот. Расстояние между роликовыми опорами – очень важный фактор, поскольку номинал весоизмерительных ячеек зависит именно от этого расстояния.

Скорость транспортировки материала: Ещё один аспект, влияющий на номинал весоизмерительных ячеек – это скорость перемещения материала по ленте конвейера. При одинаковой ширине конвейера для высокой и низкой скорости требуются весоизмерительные ячейки разного номинала.

Время взвешивания: Расстояние между роликовыми опорами влияющее на время взвешивания - это продолжительность нахождения материала в зоне взвешивания. Для расчёта времени взвешивания используется скорость движения ленты и расстояние между роликовыми опорами. Порог в 0,25 секунд принят в качестве минимального времени взвешивания на весах Siemens Milltronics MSI. Это означает, что с момента поступления материала в зону взвешивания до выхода из нее проходит не более четверти секунды.

- Важность прямой нагрузки  
Наименьшее время реакции можно достичь, например, смонтировав роликовую опору непосредственно на весоизмерительные ячейки конвейерных весов. В некоторых конструкциях конвейерных весов используются рычаги или шарниры, аналогичные тем, которые применялись на взвешивающих устройствах столетия назад. Этим рычагам и шарнирам или опорам, требуется больше времени чтобы определить, что в результате изменения нагрузки произошло механическое отклонение. С другой стороны, прямая нагрузка быстрее, по сравнению с нагрузкой через рычаги или пружины, поэтому первый способ является непревзойдённым лидером по точности в высокоскоростных технологиях взвешивания.



Конвейерные весы Milltronics MSI применяются в самых разных отраслях промышленности и подходят для решения многочисленных задач – от мониторинга расхода заполнителей (слева) до точного измерения ингредиентов органических удобрений (справа).

Рисунок 1: Материал, перемещающийся по ленте, взвешивается по мере поступления в зону взвешивания. Период нахождения в зоне взвешивания называется временем пребывания.

# Иновационные технологии взвешивания теряют всякий смысл, если хранить их в секрете!

Номинал весоизмерительной ячейки: Выбор правильного номинала весоизмерительных ячеек – это, пожалуй, одна из самых сложных задач, поскольку в процессе расчета следует учесть все из вышеперечисленных факторов. Ширина, расход, нагрузка, расстояние между роликовыми опорами и скорость ленты – все эти параметры влияют на выбор номинала ячеек. Кроме того, весоизмерительные ячейки должны быть рассчитаны исходя из предельных условий работы, даже если конвейерные весы не всегда работают на предельных режимах.

Мы также должны думать о соотношении минимального расхода и скорости, называемого динамическим коэффициентом. С коэффициентом 5:1, весы будут точными в диапазоне от 100 до 20 % от номинального расхода. Прямая нагрузка также помогает, поскольку нет необходимости преодолевать механические силы, как это происходит при наличии рычага или опоры. Например, весы серии MSI оснащены весоизмерительными ячейками обладающие сжатием до 10 % от номинального значения, что облегчает задачу выбора. Весоизмерительные ячейки линейны вплоть до 150 % от номинального значения, чтобы справляться с непредсказуемыми ситуациями, которые, как все мы знаем, случаются, даже если нам не хочется это признавать.

## Преимущества надёжной конструкции

Говоря о весоизмерительной ячейке, мы должны рассмотреть и её конструкцию. На рынке представлены разные варианты исполнения датчиков: консольные типа «балка», консольные типа «изогнутая балка», одноточечные, динамометрические датчики, работающие на сжатие или растяжение, и торсионные (Рисунок 2).

Весоизмерительные ячейки должны реагировать на нагрузку максимально быстро, чтобы обеспечивать быстрое время реакции. Кроме этого, датчики должны быть откалиброваны до нужного номинала в соответствии с требованиями в конкретной области применения и изготовлены из нержавеющей стали, что

даёт возможность использования в различных климатических условиях и обеспечивает стойкость по IP. Отклонение должно быть минимальным, чтобы действие динамического коэффициента не было слишком критичным, но подробнее об этом далее.

Самый важный фактор, влияющий на конструкцию весоизмерительной ячейки, заключается в способности не реагировать на горизонтальные силы, вызванные движением ленты. На Рисунке 3 показана весоизмерительная ячейка, смонтированная на конвейерные весы MSI, она не только обладает всеми ключевыми характеристиками весоизмерительной ячейки для конвейерных весов, но и является воплощением уникальной тройной балочной конструкции. Тройная балочная конструкция лучше других справляется с горизонтальными силами, демонстрируя самые высокие результаты.

Кроме этого, тензометрический датчик должен обладать отлитой конструкцией, обеспечивающей удобство монтажа, установки и обслуживания. Практически все датчики, представленные на рынке, монтируются снизу вверх. Но для монтажа весоизмерительной ячейки MSI используется нижняя и лицевая стенки. За счёт этого датчики соединяются посредством подвижной балки, что обеспечивает их синхронное отклонение, не чувствительность к горизонтальным усилиям и снижение возможности отложения материала и риска заклинивания.

И последняя составляющая конструкции весоизмерительной ячейки – это защита от перегрузки. Благодаря встроенной механической защите от перегрузки, персоналу нет необходимости беспокоиться о поломках или ослаблении крепления из-за вибрации. Кроме этого, весоизмерительные ячейки выдерживают перегрузку до 300 % без риска повреждений (Рисунок 4).



Рисунок 2: По часовой стрелке сверху вниз справа налево тензометрические датчики Siemens: одноточечный, консольный типа «балка», типа «изогнутая балка», работающий на растяжение, работающий на сжатие.



Рисунок 3: Фронтальное крепление весоизмерительной ячейки MSI снижает накопление отложений материала и увеличивает жесткость по всей ширине конвейера.



Рисунок 4: Весоизмерительным ячейкам требуется защита от перегрузки, в противном случае есть риск повреждений, влекущих необходимость замены.

## Конструкция конвейерных весов: Надежность и точность



Простота конструкции – это ключ к обеспечению минимальной стоимости и эксплуатации и максимизации производительности весов.

### А теперь самое сложно: динамический коэффициент

Выше мы уже упоминали динамический коэффициент, пожалуй, это самый сложный фактор, влияющий на конструкцию конвейерных весов. В двух словах, нам необходимо учитывать характеристики всей системы в целом наряду с параметрами весов.

Вы когда-нибудь видели видеозапись, когда мост скрутился и разорвал сам себя из-за вибраций, действующих на конструкцию строения?

Аналогичный принцип применяется к конвейерным весам. Неправильный расчёт скорости, нагрузки и размера всей системы может привести к расшатыванию весов или поломке весоизмерительной ячейки. Например, при недостаточном большом диаметре ролика роликовой опоры или чрезмерно высокой скорости подачи материала, весоизмерительная ячейка будет отклоняться слишком сильно, весы начнут вести себя как пружина, раскачиваясь вверх-вниз.

Чтобы предотвратить подобную ситуацию, следует учесть диаметр ролика роликовой опоры, расстояние между роликовыми опорами, нагрузка и, что самое важно, максимальное отклонение весоизмерительной ячейки. Чем меньше отклонение, тем лучше. Если весоизмерительная ячейка отклоняется всего на 0,25 мм при смене нулевой нагрузки на полную нагрузку, то время реагирования будет выше по сравнению с ячейкой, отклоняющейся на 0,5 мм. Динамический коэффициент понижается по мере убавления силы «пружинного» действия весоизмерительной ячейки.

### Подведём итоги

Для создания эффективной конструкции конвейерных весов следует принять во внимание ряд факторов. Это мост с весоизмерительными ячейками с установкой роликовой опоры напрямую, устойчивость весоизмерительных ячеек к силам, возникающим в результате движения ленты, уменьшение зон отложений материала, гарантированная точность весов в диапазоне от 20 до 100 % от номинального расхода и встроенная защита от перегрузки, обеспечивающие удобство эксплуатации. Наличие различной разрешительной документации также упрощает

Рисунок 5: Двое последовательно установленных конвейерных весов Milltronics MSI формирует систему Milltronics MMI с точностью 0,25 %.

### ситуацию.

Разрешённые к использованию в 25 странах мира, системы Milltronics MSI имеют метрологическими сертификаты РОССТАНДАРТА MID, NTEP (только на конвейерные весы MMI), Measurement Canada, SABS и CMC. В предыдущем предложении мы не зря упомянули Milltronics MMI: точность системы Milltronics MSI составляет  $\pm 0,5\%$ , но при использовании двух последовательно установленных весов MSI, формируются конвейерные весы Milltronics MMI с точностью  $\pm 0,25\%$  (Рисунок 5).

Более того, для торговоотгрузочных операций с высокими требованиями можно добиться точности до  $\pm 0,125\%$ , применяя систему из трёх последовательно установленных весов. Система Milltronics MSI позволяет контролировать расход до 12000 тонн в час при скорости ленты до пяти метров в секунду. С сертификатами ГОСТ Р EX, CSA, FM, ATEX и IEX Ex эти конвейерные весы можно использовать в опасных зонах, а также на пищевых предприятиях, где используется CIP и SIP мойка.

Конвейерные весы Siemens Milltronics MSI, впервые представленные на рынке в середине 1980-х гг., за последние годы подвергались многочисленным модификациям. На сегодняшний день эти эффективные однороликовые конвейерные весы на базе запатентованных весоизмерительных ячеек используются во всём мире в различных отраслях промышленности – от пищевой до горнообогатительной

ООО «Сименс»

Сектор Индустрия  
Департамент «Промышленная автоматизация»  
Отдел «Сенсоры и коммуникации»

115184, Россия, Москва, ул. Большая Татарская, д. 9  
тел.: +7 (495) 737-1-737  
факс: +7 (495) 737-23-99  
sc.ru@siemens.com

Информация, представленная в настоящей брошюре, включает общее описание и основные эксплуатационные характеристики, которые в случае применения на практике не всегда соответствуют фактическим характеристикам и могут измениться в результате последующего обновления продукции. Обязательство о предоставлении соответствующих характеристик возникает только в том случае, если оно недвусмысленно предусмотрено условиями соглашения.

Все обозначения продуктов могут являться торговыми марками или наименованиями, принадлежащими Siemens AG или компаниям-поставщикам, таким образом, их использование третьими лицами в личных целях может стать нарушением прав владельцев.