

Schlüsselbauer Technology GmbH & Co KG, 4673 Гаспольтхофен, Австрия

## Запуск производства железобетонных труб для обеспечения водоснабжения в Омане

Ориентированное в будущее рациональное водопользование для Омана – тема стратегической важности. Сюда также следует отнести такую тему, как создание инфраструктуры для управления стихией, например ливнями. Все более строгие требования не допускают, чтобы в результате сильнейших ливней жизнь общества останавливалась. Еще одной не менее важной экономической, технической и политической задачей для страны с высокой плотностью населения является надежное обеспечение населения питьевой водой. Помимо специальных законодательных актов, решающее значение для начала продуманного инвестирования в полностью обновленное производство железобетонных напорных труб имела бы их рентабельность и экономичность по сравнению со стальными трубами.

■ Кристиан Вейнбергер, Schlüsselbauer Technology GmbH & Co KG, Австрия ■

Частью стратегического планирования, ориентированного на длительный период времени, стало решение, принятое на предприятии Amiantit, расположенном в султанате Оман, наладить производство железобетонных труб. Железобетонные напорные трубы, по сравнению со стальными трубами для напорных водопроводов, отличаются меньшими затратами на материалы при равном сопротивлении коррозии. Кроме того, благодаря железобетонным напорным трубам возможно создание герметичных стыков. Анализ и разработка концепции продукта, а также уточнение данных по необходимому для этого производственному оборудованию, были поручены международному комитету под руководством господина Джона Мунро, владельца компании Munro Ltd., расположенной в Онтарио, Канада. Продукция, уже завоевавшая свое положение на рынке, и используемые технологии изучались для принятия окончательного решения о возможности их передачи. В соответствии с рекоменда-

циями для создаваемого предприятия, которые должны были обеспечить рентабельность производства, специалисты компании Munro обеспечили всестороннее сопровождение проекта по запуску производства в целом.

Производство сборных железобетонных конструкций является новым направлением, несмотря на богатый опыт работы производителя с бетоном, пластиком, а также асбестоцементными трубами, использование которых было запрещено. Планируется, что основанная недавно компания Amiantit Oman Concrete Products LLC на первом этапе будет заниматься производством бетонных труб для безнапорных водопроводов номинальных диаметров от DN 300 до DN 1800, а также выпускать напорные железобетонные трубы и трубы прямоугольного сечения размером от 2000 x 1500 мм до 2500 x 2500 мм. Трубы диаметров от DN 1200 до DN 1800 будут изготавливаться на вибрационном прессе типа Exact XL, трубы меньшего диаметра – на радиальном прессе.

Для разработки данной концепции производства железобетонных напорных труб были проанализированы все



Наряду с бетонными безнапорными трубами компания производит железобетонные напорные трубы диаметров от DN300 до DN1800



Основанная в 1974 компания Amiantit Oman входит в число крупнейших компаний стран Персидского залива



Для установки сердечника, используемого для обеспечения герметичности трубы, автоматически сваривается цилиндр, затем он наращивается до необходимой длины и тестируется



Для облицовки изнутри стальной цилиндр устанавливается на муфту и заливается жестким бетоном

технологии производства. Множество методов, например, технология производства с использованием одного, двух и трех слоев, технологии кольцевого и/или продольного предварительного напряжения, соединение труб, заставили компанию собрать команду консультантов. После прояснения требований, предъявляемых к строительству трубопроводов в султанате Оман, и сравнения с доступными технологиями производства, выбор был сделан в пользу труб, изготавливаемых путем укладки двух слоев бетона, стальным сердечни-

ком, каркасом из предварительно напряженной арматуры и защитным слоем из футеровочного бетона. Напорные трубы должны были изготавливаться номинальными диаметрами DN 600, 800, 1000, 1200 и 1400 в соответствии со стандартами AWWA C301 и

C303. Универсально должно было быть спроектировано и оборудование для постановки стального сердечника, стальных опорных колец и арматурного каркаса. С той же степенью универсальности и гибкости должна была быть организована система погрузочно-разгру-



Катушки стальной проволоки устанавливаются на установку. Проволока подается со скоростью 6 метров в секунду



Установка для навивки арматуры компании Schlüsselbauer укладывает арматуру со скоростью до 6 метров в секунду



В зависимости от необходимого рабочего давления для каждой отдельно взятой железобетонной напорной трубы определяется диаметр, предварительное напряжение и шаг укладки арматурной проволоки



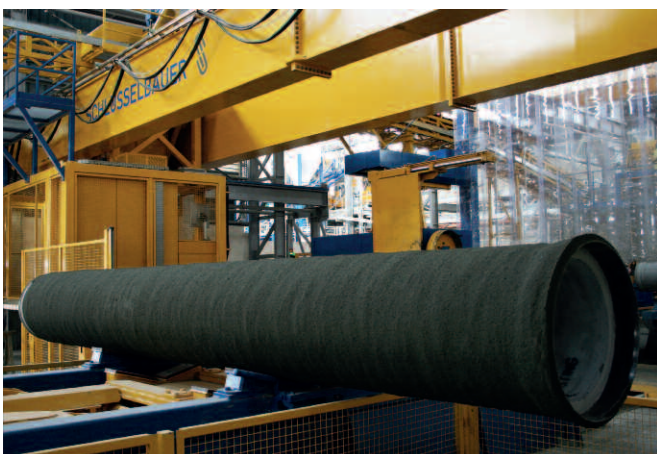
На завершающем этапе производства на трубу наносится специальный защитный слой из центрифугированного бетона

зочных операций для обеспечения автоматического выполнения всех задач с минимальными затратами на переоснащение оборудования.

Железобетонные напорные трубы в течение последних десятилетий были проверены на практике при создании системы хозяйственно-питьевого водоснабжения. Испытания опытного участка с 4 различными типами железобетонных напорных труб диаметром DN 600, рассчитанных на давление порядка 10 бар, в Баден-Вюртенберге, Германия, показали, что после продолжительной эксплуатации в течение нескольких десятилетий трубопровод остается в идеальном состоянии. Этот опытный участок был построен в 1954 - 1956 годах на участке с высокой нагрузкой с геодезической

точки зрения для получения новой информации, которую уже в те годы планировалось использовать в будущем для строительства новых магистральных трубопроводов. Изначально были установлены 4 типа доступных в то время напорных труб. Тестировались три участка с тестовым давлением порядка 14 бар. За первыми положительными результатами, подтверждающими, что состояние труб безупречно, последовали новые положительные результаты. Тестируемые трубы без проблем выдержали повышенное давление. Благодаря этим знаниям и знанию принципов функционирования железобетонных напорных труб и в 21 веке можно сделать заявление о том, что создание конструкций со сроком службы более 100 лет -возможно.

Существенно изменилось с момента реализации описанного выше проекта, прежде всего, производственное оборудование. Отдельные рабочие операции были модернизированы, весь процесс производства автоматизирован, а процесс производства отдельных элементов труб был ускорен и стал точнее. В частности, установка для навивки арматурного каркаса являлась в прошлом проблемным участком серийного производства. На сегодняшний день, благодаря новейшему оборудованию, удалось достичь скорости укладки арматурного прутка до 6 метров в секунду, что исключает риск замедления других этапов производства, как предшествующих укладке арматуры, так и следующих за ним. Основная концепция производства



Существует несколько типов труб с различными соединениями. В данном проекте использовались муфты и зауженные раструбы со стальными концевыми кольцами



Высокая степень автоматизации всей производственной линии обеспечивают безопасность обслуживающего персонала и продукции, а также оптимизирует продолжительность рабочих операций



Стальной цилиндр, облицованный бетоном, подвергается твердению в камере ТВО. После этого выполняется навивка арматурного каркаса и наносится внешний защитный слой бетона

напорных труб сохранилась почти без изменений и предполагает три важнейших этапа: постановку сердечника, поставку арматурного каркаса и заливку бетона. Что касается современного производства железобетонных напорных труб, не следует забывать о погрузочно-разгрузочных операциях, выполняемых с отдельными элементами, частями конструкций и, в конце концов, с конечным продуктом.

В процессе изготовления стального сердечника изготавливаются монолитные стальные концевые кольца, которые в дальнейшем становятся муфтами для готовой трубы. Для этого сталь под определенным давлением сгибается в кольцо, сваривается и вытягивается. Вложенный внутрь сердечник трубы сваривается из стального листа, толщина и ширина которого варьируется в зависимости от назначения. Компания Amiantit Oman Concrete Products LLC может превращать стальные листы толщиной от 1,5 до 6,5 мм в цилиндры длиной до 6 метров. Максимальный вес используемых стальных сердечников составляет 20 тонн. После удлинения стального цилиндра он сваривается со стальным концевым кольцом. Герметичность всех стальных цилиндров проверяется постоянно. Испытание гидравлическим давлением порядка 4 бар в течение нескольких минут позволяет обнаружить наличие мельчайших отверстий, которые устраняются непосредственно на испытательном стенде. В отличие от прежнего оборудования, отпала необходимость снятия стального цилиндра с испытательного



Несколько автоматических манипуляторов перемещают заготовки продукции через всю производственную линию. Один из участков производства железобетонной напорной трубы

стенда. После успешного завершения проверки цилиндры устанавливаются на нижнюю муфту, после чего он готов для облицовки бетоном.

Насколько разнообразны типы бетонных напорных труб, настолько же разнообразны технологии заливки бетона цилиндрических труб принято использовать жесткий или литой бетоны. Для нанесения нескольких слоев бетона внутри и снаружи – например, как в случае литых цилиндрических труб, – возможно одновременное использование двух технологий, вторым вариантом изготовления трубы является ее отливка. Для создания внешнего защитного слоя традиционно используется центрифугированный бетон. В некоторых случаях, исходя из необходимых номинальных диаметров труб и желаемой производительности, принимается решение об использовании только прямых цилиндрических труб и жесткого бетона для внутренней облицовки стального цилиндра. После твердения внутренней обшивки в камере ТВО цилиндр из стали и бетона готов для укладки предварительно напряженного арматурного каркаса.

#### **Высокоскоростная установка для навивки арматуры в качестве основного элемента эффективного производства железобетонных напорных труб**

Одна из установок для навивки арматурных каркасов, разработанных компанией Schluesselbauer, партнером компа-

нии Amiantit Oman Concrete Products LLC, предусматривает предварительное напряжение прутка исключительно по внешней поверхности цилиндра, после того, как было нанесено базовое покрытие на основе цементной смеси. Усилие предварительного напряжения данного типа установки в два раза превышает необходимое для этого усилие предварительного напряжения, порядка 20 кН. Для производителя это означает возможную универсальность оборудования при реализации сложнейших проектов в будущем. В дальнейшем повышенные требования могут выполняться за счет многократного оборачивания арматурной проволоки. Прежде всего, следует отметить, что данная установка отличается скоростью обработки. До 6 метров арматурной проволоки в секунду наворачивается с определенным шагом на цилиндр из стали и бетона.

Наряду с этими тремя основными этапами производства железобетонных напорных труб, новый завод характеризуется высокой степенью автоматизации. На сегодняшний день на площадке не испытывается острая нехватка персонала. Количество операций, выполняемых вручную, на эффективном производстве должно быть значительно сокращено. По сравнению с традиционными производственными предприятиями возможные риски чаще всего связаны с размерами и массой продукции, подлежащей перемещению. Даже часть конструкции, например стального цилиндра или цилиндра из бетона и стали, перемещаемая в полностью автоматическом

режиме, отличается значительной массой и имеет длину до 6 метров. Продуманная система автоматизации способствует тому, что, за счет частичной или полной автоматизации погрузочно-разгрузочных операций, обеспечивается максимальная безопасность и удается избежать повреждения продукции.

Основной фактор риска для материала – это человек. Компания Schluesselbauer должна была тщательно продумать последовательность отдельных процессов, а также порядок установки автоматизированных устройств для перемещения конструкций и продукции, чтобы удовлетворить требования заказчика. Для перемещения сырья и стальных цилиндров используется цеховой кран. Здесь неизбежно привлечение персонала с высокой степенью ответственности. Монтаж формы для облицовки стального цилиндра бетоном, извлечение заполненной формы, а также перемещение в камеру ТВО также выполняются с помощью цехового крана. Установка стального цилиндра на нижнюю муфту происходит автоматически. Для выполнения последующих рабочих операций в автоматическом режиме и полного исключения человеческого фактора были установлены несколько полностью автоматических манипуляторов. Они перемещают облицованный стальной цилиндр на участок для укладки арматурного каркаса, затем перемещают его для нанесения защитного покрытия и затем – на автоматический кран Transexact. Он перемещает готовую железобетонную напорную трубу в камеру ТВО, а затем на конвейерную ленту для перемещения на внешний склад.

Для участия в настоящем проекте была привлечена не только компания Schluesselbauer, отвечавшая за все системы перемещения, оснащение участков производства стальных цилиндров и контроль, укладку предварительно напряженной арматуры и нанесение покрытий, а также за работу производственной установки для производства труб больших размеров и каркасных конструкций, но и множество других, не менее именитых производителей оборудования. Компания Putzmeister поставила бетонный насос для производства серийных конструкций, например дорожных отбойников из железобетона. Оборудование для производства арматурных каркасов для традиционных бетонных труб были поставлены компанией MBK Maschinenbau, а все оборудование для приготовления и транспор-

товки бетонной смеси – компанией Skako. Наряду с кубельным транспортером были запущены в общей сложности три смесительные установки объемом по 1,2 м<sup>3</sup> каждая, которые обеспечивали весь процесс производства бетона. Для идеального использования производственных цехов компания Demag обеспечила монтаж цеховых кранов грузоподъемностью от 5 до 50 тонн.

При подведении итогов может возникнуть впечатление, что высокая степень автоматизации процесса перемещения продукции объясняется исключительно аспектами безопасности, а не требованием по сокращению расходов на персонал. Однако следует уточнить, что недостатка в персонале в ближайшее время в Омане не ожидается в связи с высокой долей гастарбайтеров. Под требования по сокращению расходов на персонал подобное производство попало бы, если бы причиной поврежденной готовой продукции стал человеческий фактор. Изготовленная с браком труба уничтожила бы источник прибыли и стала бы причиной дополнительных расходов в случае необходимости ее восстановления. Однако в автоматизированном производстве этим моментам уделяется достаточное внимание. Результатом стало создание производственной установки для производства облицованных железобетонных труб, единственной в своем роде концептуально и по эффективности.

Компания Amiantit Oman была основана в 1974 году и на сегодняшний день считается крупнейшим производителем в стране. Порядка 900 сотрудников работают на компанию Amiantit Oman, а 80 из них являются сотрудниками Amiantit Oman Concrete Products LLC. Компания была создана из совместного предприятия крупнейших групп компаний в султанате Оман, а именно: Omzest Group, Suhail Bahwan Group и Saud Bahwan Group. 2/3 оборота группы компаний Omzest Group, состоящей из 75 предприятий, полностью или частично принадлежащих ей, приходится на производственные предприятия. Группа компаний Suhail Bahwan Group включает более 40 компаний, а группа компаний Saud Bahwan Group предлагает на рынке продукцию многих мировых производителей автомобильной отрасли, таких как Ford, Toyota или MAN.



Автоматический кран Transexact перемещает готовую продукцию в камеру ТВО, а затем на конвейерную ленту для перемещения на внешний склад

#### ДАЛЬНЕЙШАЯ ИНФОРМАЦИЯ

**SCHLÜSSELBAUER** 

SCHLÜSSELBAUER TECHNOLOGY GmbH & Co KG  
Hörbach 4  
4673 Gaspoltshofen, Österreich  
T +43 7735 7144 0  
F +43 7735 7144 56  
[sbm@sbm.at](mailto:sbm@sbm.at)  
[www.sbm.at](http://www.sbm.at)  
[www.perfectsystem.eu](http://www.perfectsystem.eu)