

# КАК ПЭ ТРУБА ДИАМЕТРОМ 1600 ММ СПАСЛА ШТАТ ВИКТОРИЯ, АВСТРАЛИЯ, ОТ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОЛЛАПСА

Предраг Мичич, Джеральд Бектон  
*Qenos Pty Ltd*

В начале июня 2012 года на штат Виктория на юго-востоке Австралии обрушились проливные дожди. За сутки выпала месячная норма осадков – 135 мм. 6 июня река Морвелл вышла из берегов, размыва дамбу и затопила бурогольный карьер Яллёрн. Три угольных конвейера, доставляющих уголь из карьера на электростанцию, оказались серьезно повреждены, в результате чего выработка электроэнергии сократилась на 75%. При работе на полную мощность угольная электростанция Яллёрн обеспечивает почти четверть потребностей штата в электроэнергии. В первых сообщениях говорилось, что на полное восстановление инфраструктуры карьера уйдет несколько месяцев. Главная проблема заключалась в удалении из карьера паводковых вод, не позволяющих отремонтировать конвейерное оборудование. Для проектирования и строительства трубопроводной системы для осушения карьера и отвода вод реки Морвелл в соседнюю реку Лэтроуб правительство и владелец карьера компания TRUenergy обратились к полиэтиленовой трубной отрасли Австралии.



Рис. 1



Рис. 2

## Масштаб проблемы

Буроугольный карьер Яллёрн снабжает топливом электростанцию, обеспечивающую 25% потребностей в электроэнергии штата Виктория, включая город Мельбурн с населением 4,2 млн человек и многомиллиардной экономикой.

При создании карьера реку Морвелл пропустили по дамбе 100-метровой высоты, разделяющей карьер на западную и восточную части. Конвейеры, транспортирующие уголь на электростанцию, пересекают дамбу по туннелям.

В результате размыва дамбы 6 июля 2012 года вода реки Морвелл хлынула в карьер. В первые несколько дней ущерб достиг 400 млн долларов. Карьер быстро затоплился водами рек Морвелл и Лэтроуб. Система транспортировки угля была выведена из строя и выработка электроэнергии резко снизилась из-за недостатка топлива. Уголь пришлось возить грузовиками из оставшихся доступными забоев в восточной части карьера.

## Решение

Первым этапом восстановительных работ стало строительство дамб с обеих сторон прорыва для предотвращения дальнейшего затопления карьера и подготовки его осушения. Для откачки воды быстро проложили около 40 км труб из ПЭ 100 диаметром 500 и 630 мм, подключенных к плавучим насосным платформам (рис. 1, 2).

Параллельно начались работы по восстановлению отвода реки и возвращению карьера в рабочее состояние. Необходимо было найти такое техническое решение, которое обеспечило бы быструю реализацию и высокую пропускную способность – 800 тыс. м<sup>3</sup> в сутки, максимум до 2800 тыс. м<sup>3</sup> в сутки. В максимальной степени этим требованиям отвечало строи-

тельство однониточного 4-километрового полиэтиленового трубопровода диаметром 1600 мм. ПЭ 100 в качестве материала трубы был выбран благодаря тому, что трубы из него обладают характеристиками, крайне важными для решения поставленных задач: прочность, ударная вязкость, стойкость к быстрому и медленному распространению трещин обеспечивают надежность трубопровода даже после грубого монтажа. Существенными преимуществами ПЭ труб перед трубами из других материалов являются также их относительно небольшой вес и гибкость, позволяющие маневрировать длинными отрезками, сваренными в плети, герметичность и надежность сварных соединений, гладкая поверхность и прочность на разрыв, которые в сочетании с прочностью сварных стыков позволяют буксировать трубные плети при монтаже.

Трубы из ПВХ и стеклопластика были отклонены: первые – из-за недостаточного диаметра, а вторые – из-за того, что их изготовление заняло бы слишком много времени.

## Изготовление и доставка труб

Срочное изготовление и доставка большого количества труб большого диаметра представляет собой серьезную производственную и логистическую задачу. Австралийский производитель полимерных труб Iplex Pipelines располагает необходимыми мощностями – экструзионной линией для труб диаметром до 2000 мм на заводе в Олбери, Новый Южный Уэльс. В качестве сырья была выбрана марка ПЭ 100 Alkadune™ HDF145B австралийской Qenos, позволяющая обеспечить высокую скорость экструзии при соблюдении жестких допусков на размеры трубы.

Достижение высокой производительности при изготовлении труб больших диаметров – отнюдь не простая задача. Современная экструзионная линия с вакуумным формованием позволила в полной мере использовать уни-



кальный комплекс свойств Alkadyne™ HDF145B. Важнейшее значение для данного проекта имеет способность этой марки к экструзии на высоких скоростях при относительно низких температурах. Исключительная прочность расплава Alkadyne™ HDF145B обеспечила, с одной стороны, высокую скорость производства труб диаметром 1600 мм с толщиной стенки 85 мм, а с другой – стабильность их размеров, что в дальнейшем способствовало повышению эффективности сварочных операций и в конечном итоге – сокращению сроков строительства.

Серьезной проблемой стала доставка трубы к месту строительства, находящемуся на противоположной стороне материка, в 3500 км от места производства. Поскольку грузовик может перевезти только один 12-метровый отрезок трубы, для доставки всего объема потребовалось более трехсот рейсов (рис. 3). Тем не менее, все трубы были перевезены без повреждений и в срок.

### Монтаж

Поскольку строительство трубопровода велось в экстренном режиме, высокое качество материала труб, его устойчивость к жестким условиям монтажа и нарушениям его правил получила особое значение. Например, трубные плети длиной 120 м приходилось буксировать волоком по дороге к месту сборки (рис. 4). Важнейшим и решающим свойством Alkadyne™ HDF145B является его высокая стойкость к медленному распространению трещин – благодаря ей труба сохранила свою целостность даже при таком варварском обращении.

Таблица 1. Параметры сварки труб

Труба	ПЭ 100 SDR 21 D 1600
Процедура	При постоянном высоком давлении по ISO 21307:2011-05
Давление перемещения	15,7 бар
Температура нагревателя	200–230°C
Температура нагревателя измеренная	211°C
Минимальная ширина грата	6,0 мм
Минимальная высота первичного грата	116,6 бар (1 мм)
<b>Давление, бар (время)</b>	
Нагрев	15,7 (0:15:13)
Сварка/охлаждение	116,6 (0:35:41)
Технологическая пауза	(0:00:16)



Рис. 3



Рис. 4

### Главный критерий эффективности монтажа – качество соединений труб

Одним из важнейших критериев эффективности трубопровода является герметичность соединений. Это тем более справедливо для данного проекта, учитывая диаметр применяемых труб. Для буксировки 120-метровых плетей по грязной дороге необходимо приложить большие усилия, и сварной шов, который часто оказывается слабым звеном, должен эти нагрузки выдерживать. Необходима абсолютная уверенность в надежности всех 360 стыков, выполненных при строительстве данного трубопровода. Сварка проводилась по процедуре «постоянного высокого давления», параметры сварки приведены в табл. 1. Температура воздуха во время проведения сварочных работ менялась в пределах от 1–6°C ночью (минимальная –1°C) до 16–18°C днем.

Качество сварки экструдированных труб во многом зависит от равномерности толщины стенок и овальности. Жесткие геометрические допуски способствуют повышению эффективности сварочного процесса. Прочность расплава является важнейшей характеристикой трубного сырья, определяющей разнотолщинность и овальность, особенно для толстостенных труб больших диаметров. При создании марки ПЭ 100 Alkadune™ HDF145B, из которой были изготовлены трубы, компания Qenos стремилась достичь максимальной прочности расплава, чтобы добиться стабильности производства и монтажа толстостенных труб. Данные входного контроля в поле показывают, что параметры труб находятся в пределах допусков, что позволило практически исключить необходимость подгонки толщин стенок труб перед сваркой и существенно ускорить подготовку труб к сварке. По сообщению подрядной компании GEM Industrial, выполнявшей сварочные работы, время сварки стыка на этом объекте было почти вдвое меньше времени сварки труб аналогичного диаметра, требующих подгонки толщины стенок.

### Ввод трубопровода в эксплуатацию и заключение

График выполнения работ по проекту оказывал серьезное давление на всех его участников, что в итоге убедительно продемонстрировало выдающиеся возможности австралийской полимерной трубной отрасли в случае подобных кризисных ситуаций. Всего через две недели после прорыва дамбы на место работ начали поступать трубы с завода в Олбери, через месяц с небольшим (14 июля) прибыл заказанный в Северной Америке сварочный аппарат, а еще через месяц сварочные работы были завершены. 17 августа трубопровод прошел приемные испытания и введен в эксплуатацию. Таким образом, потребовалось немногим более двух месяцев для того, чтобы восстановить отвод реки Морвелл на достаточно длительный срок для возобновления работы карьера на полную мощность. Это обеспечило бесперебойное энергоснабжение штата с более чем 5-миллионным населением и предотвратило длительный спад в его экономике, который мог бы обойтись в миллиарды долларов.

Успех проекта во многом был определен качеством ПЭ 100, из которого были изготовлены трубы. Его уникальный набор характеристик позволил производителю в полной мере реализовать потенциал своего экструзионного оборудования, а монтажнику – существенно увеличить скорость сварочных работ. Изготовленная из него труба выдержала экстремальные нагрузки в процессе монтажа и обеспечивает безотказную работу трубопровода.

### Благодарности

Авторы выражают благодарность компаниям Iplex Pipelines Australia и GEM Industrial за предоставленные материалы и фотографии.