

Д. т. н. С. Я. Давыдов (✉), д. э. н. А. Н. Сёмин, д. т. н. Н. Г. Валиев,
к. т. н. А. В. Горбунов, Л. Н. Олейникова

ФГБОУ ВПО «Уральский государственный горный университет»,
г. Екатеринбург, Россия

УДК 666.3:662.997]:678.742

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ПРИВОДНЫХ УКРЫВНЫХ УСТРОЙСТВ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Предложены приводные укрывные устройства при производстве керамических изделий, пропарочных камер для интенсификации твердения бетона, при рекультивации нарушенных земель глинистых сырьевых материалов стройиндустрии и при выращивании сельскохозяйственных культур на глинистых почвах. Дано описание конструктивных особенностей приводного укрывного устройства. Приведены физико-механические свойства полимерных пленок и сравнительные данные об их основных свойствах.

Ключевые слова: процесс сушки, керамические изделия, бетонные поверхности, нарушенные ландшафты, глинистые сырьевые материалы стройиндустрии, приводное укрывное устройство.

Процесс сушки оказывает заметное влияние на экономику производства, поскольку его проведение требует значительных расходов топлива и электроэнергии, денежные затраты на этот процесс составляют в ряде случаев 10–12 % от общей себестоимости готовых изделий.

Процесс сушки сопутствует производству всех видов керамических изделий. Сушат не только сформованные изделия, но и глину, заготовки. При нагревании изделия до 150 °С из него удаляется гигроскопическая влага. При 70 °С давление водяных паров внутри изделия может достигнуть значительной величины, поэтому для предупреждения трещин температуру следует поднимать медленно (50–80 °С/ч), чтобы скорость порообразования внутри материала не опережала скорость фильтрации паров через его толщу [1].

Основной целью работ по уходу за твердеющей бетонной смесью является создание оптимальных термического и влажностного режимов, от соблюдения которых зависит нормальное нарастание прочности материала. Для создания теплой среды и для интенсификации твердения бетона работы ведутся в легких временных сооружениях-тепляках или под пленочными покрытиями. В этом случае бетон укрывают пароводонепроницаемой пленкой [2] и выдерживают в замкнутом таким образом объеме до набора проектной или критической

относительно влагопотерь прочности. При производстве бетонных работ могут применяться пароводонепроницаемые пленки, выпускаемые отечественной промышленностью на основе естественных, искусственных и синтетических полимеров, в том числе с функциональным защитным покрытием (металлизированные). Применяемые полимерные пленки должны обладать достаточной прочностью, эластичностью, пароводонепроницаемостью (табл. 1) на период эксплуатации, а также свариваться при температуре текучести полимера, склеиваться или сшиваться между собой.

При непосредственном укрытии бетонной поверхности целесообразно применять полиэ-

Таблица 1. Физико-механические свойства полимерных пленок

Показатели	Пленка			
	полиэтиленовая высокой плотности	низкой плотности	поливинилхлорид- ная марки В	полиэтилентерефталатная
Предел прочности при растяжении, МПа	17,0–43,0	10,5–21,0	10,0–40,0	140,0–210,0
Относительное удлинение при разрыве, %	300–800	100–700	10–25	50–130
Паропроницаемость за 48 ч, г/м ²	0,1	0,2	–	0,12
Водопроницаемость за 48 ч, г/м ²	0,2	0,07	1,1	0,2
Теплостойкость, °С	120	80–90	65–93	150
Морозостойкость, °С	–46	–57	–46	–60
Прочность на раздир, МПа	–	1,2–10,0	2,0–9,0	18,0–24,0



С. Я. Давыдов
E-mail: davidovtrans@mail.ru

тиленовые и поливинилхлоридные пленки толщиной 100–200 мкм, полиэтилентерефталатные толщиной до 50 мкм; в инвентарных устройствах ограждение следует выполнять из пленки толщиной 150–250 мкм, в случае полиэтилентерефталатной — от 50 мкм и выше. Полотно из полимерной пленки необходимо укладывать непосредственно на поверхность бетона или с образованием воздушного зазора величиной до 10 см над бетоном (рис. 1).

В современной строительной индустрии в настоящее время нет проблемы зимнего бетонирования — существует несколько методов защиты бетонов от замерзания. Самым рациональным способом защиты бетона является укрывание залитого бетона различными утеплителями, например пленкой ПВХ и др. [3]. Если предполагается прогревать бетон с применением теплового оборудования, то укрытие следует укладывать не на бетон непосредственно, а с образованием воздушного зазора. Чем выше будет температура воздуха над бетоном, тем быстрее он схватится и затвердеет, а значит, раньше можно будет прекратить прогрев.

Современная экономика все чаще и чаще базируется на энерго- и ресурсосберегающих технологиях. Важнейшим звеном реформирования экономики страны становится сокращение издержек во всех отраслях народного хозяйства, причем в основе данного процесса лежит энергосбережение. Наблюдается тесная связь между экологическими проблемами и энергосбережением [4].

Ландшафты, нарушенные при добычных работах глинистых сырьевых материалов стройиндустрии по производству керамических материалов и изделий, требуют рекультивации. Данная проблема — весьма актуальна, так как ежегодные площади нарушенных земель, требующих рекультивации, увеличиваются на 10 тыс. га в год [5].

При производстве керамических изделий, пропарочных камер для интенсификации твердения бетона, при рекультивации нарушенных земель глинистых сырьевых материалов стройиндустрии и при выращивании сельскохозяйственных культур на глинистых почвах предложено использование приводного укрывного устройства (рис. 2) [6–11].

Укрывное устройство содержит приводной барабан 1 для намотки гибкого полотна 2, на противоположном конце которого закреплена скользящая поперечная тяга 3. Приводной и дополнительный барабаны 1 и 4 снабжены ременной передачей 5 со своими шкивами 6. На приводные шкивы 7 и натяжные блоки 8 по бокам гибкого полотна 2 натянуты гибкие тяговые связи 9 в виде канатов. Закрепленная на тяговых связях 9 поперечная балка 10 связана со скользящей поперечной тягой 3 посредством упругих

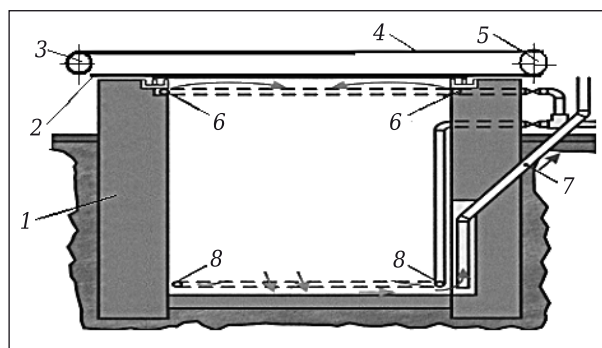


Рис. 1. Схема установки гибкого полотна над пропарочной камерой: 1 — пропарочная камера; 2 — гибкое полотно; 3 — приводной барабан для намотки и размотки гибкого полотна; 4 — тяговый элемент; 5 — шкивы; 6 — верхние перфорированные трубы; 7 — отводная труба; 8 — нижние перфорированные трубы

элементов 11. К поперечной балке 10 и дополнительному барабану 4 с возможностью намотки на него под плоскостью гибкого полотна 2 закреплены дополнительные несущие гибкие связи 12. Поперечный стержень 13 предназначен для поддержания и направления гибких связей 12 вблизи гибкого полотна 2. Упругие элементы 14 предназначены для обеспечения рабочего постоянного натяжения гибких связей 12. Для обеспечения надежной работы устройства диаметр дополнительного барабана 4 должен быть приравнен к диаметрам приводного барабана 1, шкивам 6 и 7, шкивам ременной передачи 5 и натяжным блокам 8. Сравнительные данные по основным свойствам полимерных пленок даны в табл. 2.

Под действием привода 15 одновременно приходят в движение приводной и дополнительный барабаны 1 и 4 и тяговые связи 9. Закрепленная на тяговых связях 9 поперечная балка 10 тянет за собой тягу 3 с полотном 2 на закрытие или открытие укрываемых поверхностей. Другой конец полотна 2 в это время разматывается или наматывается на приводной барабан 1.

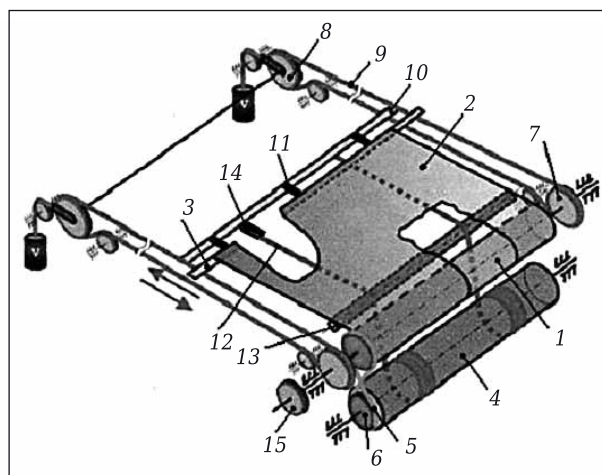


Рис. 2. Приводное укрывное устройство

Таблица 2. Сравнительные данные по основным свойствам полимерных пленок*

Пленка	Прозрач- ность	Удлинение при растяжении	Стойкость к химическим реактивам	Маслостой- кость	Водостой- кость	Плотность, г/м³	Сопротивление раздиру	Газопроницае- мость	Температура эксплуатации, °С	
									максимальная	минимальная
Полиэтиленовая: низкой плотности высокой плотности	+	++	++	-	++	0,91–0,93	++	**	75–80	-60
	**	+	++	+	++	0,93–0,96	+	**	90–110	-80
Полипропиленовая: неориентированная ориентированная	++	++	++	-	++	0,9–0,91	++	**	160	-10
	++	-	++	+	++	0,9–0,91	*	**	120	-50
Поливинилхлоридная: мягкая жесткая поливинилиденхло- ридная	++	++	-	+	+	1,25–1,4	++	**	60	-20
	++	*	+	++	+	1,4–1,45	++	++	90–150	-50
	++	-	++	++	++	1,6–1,72	+	++	90–150	-50
Из поливинилового спирта: полистирольная полиэтилентерефта- ратная	++	**	+	-	++	1,05	**	*	80	-
	++	+	++	++	++	1,28–1,39	+	++	260	-60
поликарбонатная нейлоновая	++	*	-	-	++	1,2	-	*	135	-100
	++	++	++	++	++	1,1–1,2	*	++	60–233	-110

* «++» — очень хорошо; «+» — хорошо; «-» — средне; «**» — плохо; «*» — очень плохо.

Тяга 3 полотна 2 обеспечивает равномерность натяжения гибкого полотна 2 по всей плоскости.

Упругие элементы 11 обеспечивают выборку удлинения при растяжении и разницы хода движения гибкого полотна 2 и тяговых связей 9 и постоянное натяжение гибкого полотна 2 в процессе его передвижения и в покое. Наличие дополнительных гибких связей 12, натянутых под гибким полотном, ограничивает его провисание, что актуально при больших площадях укрываемых поверхностей. Упругие элементы 14 дополнительных гибких связей 12 обеспечивают сохранение натяжения этих гибких связей.

Использование устройства для укрывных площадей больших габаритов позволяет гибкому полотну без дополнительных нагрузок просто лежать на гибких связях без провисания как в процессе его движения, так и в покое. Повышение надежности, долговечности и эффективности работы укрывного устройства обеспечивают следующие технические решения: наличие поперечной тяги поверх тяговых гибких связей с возможностью скольжения по ним; использование упругих элементов дополнительных гибких связей; приравнивание диаметра дополнительного барабана к диаметрам приводного барабана и приводным шкивам.

Длина хода пленки L определяется по формуле

$$L = [D + \delta (2n - 1)]\pi n,$$

где D — диаметр барабана; δ — толщина пленки; n — число оборотов барабана.

Длина хода каната определяется зависимостью

$$L = D_{\text{бл.ср}} \pi n,$$

где $D_{\text{бл.ср}}$ — средний диаметр желоба блока.

Условие передачи тягового усилия гибких связей приводными шкивами без проскальзывания по их поверхностям может быть выражено формулой Эйлера:

$$T/t \leq e^{f\alpha},$$

где T и t — натяжения в точках набегания и сбегания гибких связей на шкивах; $e^{f\alpha}$ — тяговый фактор шкивов; f — коэффициент трения гибких связей по шкивам; α — угол обхвата шкива.

Для увеличения коэффициента трения гибких связей контактная поверхность шкива должна быть футерована фрикционным материалом.

Устройство отличается малыми габаритами, легкостью конструкции и простотой в обслуживании. Совместное движение тяговых связей гибкого полотна с одновременным вращением приводного и дополнительного барабанов, блоков и шкивов в обе стороны уменьшают динамические нагрузки на полотно, что повышает их долговечность.

Снабжение полотна тягой 2 обеспечивает полотну постоянно натянутое положение, исключает рыхлую намотку, провисание, разрывы, обеспечивает равномерность натяжения полотна по всей плоскости и намотку его на приводной барабан без перекосов и складок, что

увеличивает надежность и срок службы устройства. Наличие поддерживающих канатов уменьшает провисание полотна над укрываемыми площадями больших габаритов (до нескольких десятков метров).

Испытания установки в лабораторных и промышленных условиях подтвердили работоспособность конструкции.

Результаты настоящей работы получены в рамках программы «Фонд содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере».

Библиографический список

1. **Чижский, А. Ф.** Сушка керамических материалов и изделий. <http://www.yourline.ru/~book/00100/00025.htm>
2. Руководство по применению полимерных пленок для ухода за твердеющим бетоном в условиях сухого жаркого климата / Центральный научно-исследовательский и проектно-экспериментальный институт организации, механизации и технической помощи строительству Госстроя СССР. — М.: Стройиздат, 1981. — 18 с.
<http://www.yourline.ru/~book/00100/00025.html>
3. Зимний бетон. Прогрев бетона. <http://www.geobeton.com/heating>, http://kursoviki.spb.ru/lekci/shpori_keramika.php
4. **Чернецкий, А. М.** Екатеринбург энергоэффективный город / А. М. Чернецкий, В. Д. Кулик, Ф. М. Черномуров. — Екатеринбург: Архитектон, 2000. — 88 с.
5. Проблемы рекультивации нарушенных земель, находящихся на федеральном и муниципальном балансах. URL: <http://zmdosie.ru/resursy/prochie/3913-problemy-rekultivatsii>.
6. **Пат. 2198966 РФ.** Укрывное устройство / Давыдов С. Я., Черномуров Ф. М., Югай Ф. С. — № 2000115066; заявл. 09.06.00; опубл. 20.02.03, Бюл. № 5.
7. **Пат. 2543625 РФ.** Укрывное устройство / Давыдов С. Я., Косарева Н. П., Валиев Н. Г. — № 2013142028; заявл. 13.09.13; опубл. 10.03.15, Бюл. № 7.

8. Заявка 2015106164 РФ (получено положительное решение о выдаче патента от 05.05.15). Укрывное устройство / Давыдов С. Я., Валиев Н. Г., Семин А. Н.; заявл. 24.02.15. http://www1.fips.ru/fips_servl/fips_servlet

9. **Давыдов, С. Я.** Экология и энергосбережение при укрытии технологических ванн и сельхозрастений / С. Я. Давыдов, А. Е. Замураев, Ф. М. Черномуров [и др.] // Энергоанализ и эффективность. — 2004. — № 4/5. — С. 111–117.

10. **Давыдов, С. Я.** Укрытие технологических ванн / С. Я. Давыдов, А. Е. Замураев, Ю. П. Канусик, Н. Ю. Неустроева // Тезисы докладов научно-технической конференции на международной выставке Техноген-2003 «Экологические проблемы промышленных регионов». — Екатеринбург, 2003. — С. 221–223.

11. **Давыдов, С. Я.** Экология и энергосбережение при укрытии технологических ванн и сельхозрастений. Инновационные технологии XXI века для рационального природопользования, экологии и устойчивого развития. Материалы форума / С. Я. Давыдов, Ф. М. Черномуров, А. Е. Замураев [и др.]. — М.: Издательский дом «Ноосфера», 2004. — С. 125–138. ■

Получено 18.03.15

© С. Я. Давыдов, А. Н. Сёмин, Н. Г. Валиев, А. В. Горбунов, Л. Н. Олейникова, 2015 г.

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ ИНФОРМАЦИЯ



ICASS 16 — 40-я Международная конференция по высокотехнологичной керамике и композитам

24–29 января 2016 г.

г. Дейтона-Бич, Флорида, США