

МИНИСТЕРСТВО МЕЛИОРАЦИИ И ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА СССР
ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ПО ПРИМЕНЕНИЮ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ
В МЕЛИОРАЦИИ И ВОДНОМ ХОЗЯЙСТВЕ
(ВНИИводполимер)

ПОЛИМЕРЫ В МЕЛИОРАЦИИ И ВОДНОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Сборник научных трудов

Выпуск 6

ВНИИводполимер
ЕЛГАВА 1979

ПОЛИМЕРНЫЕ МАТЕРИАЛЫ. ТЕХНОЛОГИЯ, СВОЙСТВА

А. В. ДЗЕНЕ, А. Э. КРЕЙТУС, Г. В. СКУИНЯ, А. Я. МЕТРА,
Я. М. СТРАЗДИНЬШ, Ю. О. БЕРЗИНЬ

НОВЫЙ КАПИЛЛЯРНО-ПОРИСТЫЙ ПОЛИМЕРНЫЙ МАТЕРИАЛ ДЛЯ ВНУТРИПОЧВЕННОГО ОРОШЕНИЯ

Широкое применение в мелиорации и водном хозяйстве различных общеизвестных полимерных материалов вызвало необходимость их направленной модификации с целью приобретения новых свойств для специфических сфер применения. Так, в последние годы все больший интерес представляет использование полимерных материалов в системах капельного и внутрипочвенного орошения, что связано с значительными преимуществами этого сравнительно нового способа полива.

Изучение капельного и внутрипочвенного орошения во многих странах мира начато в 60-х годах. Сущность его заключается в медленной подаче воды под небольшим давлением (0,03...0,2 МПа) по сети магистральных и распределительных трубопроводов. На трубопроводах на определенном расстоянии друг от друга размещены водовыпуски различного типа (капельницы), обеспечивающие поступление воды в корнеобитаемую зону растений с малым расходом (0,9—9 л/ч) [1]. По данным зарубежной печати этот метод имеет ряд преимуществ по сравнению с другими способами полива [2, 3].

В Советском Союзе в настоящее время для внутрипочвенного орошения в экспериментальных условиях используют полиэтиленовые трубы с перфорацией, но разработка конструкций и устройство сети орошения связано с рядом трудностей, обусловленных в основном свойствами материала и заключающихся в невозможности создания необходимой перфорации пробивкой отверстий в процессе перфорирования, большим расходом оросительной воды и несоизмеримостью пропускной способности перфорации с впитывающей способностью почвы. Проведенные в этом направлении исследования позволяют сформулировать необходимость создания капиллярно-пористых полимерных труб, имеющих равномерную величину пор,

препятствующую проникновению в них корней растений и обеспечивающую равномерную подачу воды в почву.

Следует отметить, что во многих странах мира уже проводятся интенсивные исследования в области создания капиллярно-пористых труб различными способами [4, 5, 6].

Так, за последние годы в США, Австралии, Англии и других странах все шире применяются системы орошения из микропористых трубок, что по принципу действия является разновидностью капельного орошения. Вместо редко расположенных капельниц трубки имеют множество микроскопических отверстий, через которые в виде капель вода просачивается в почву. Такие трубки укладываются внутри почвы, и способ полива назван внутрпочвенным капельным орошением [3].

В результате многолетних исследований американские ученые пришли к выводу, что такие системы орошения являются наиболее перспективными и прогрессивными [7]. Сохраняя все преимущества капельного орошения, системы внутрпочвенного капельного орошения значительно дешевле [2], их можно укладывать на волнистой или наклонной поверхности поля.

Поэтому и возникла необходимость разработки отечественных труб внутрпочвенного орошения. Нами в последнее время проведены исследования по возможности создания капиллярно-пористого полимерного материала методом вымывания неорганической соли из наполненной полимерной матрицы и изготовлению на его базе достаточно прочных и гибких при транспортировке, используемых в широком интервале температур, труб. Отрабатывается технология получения труб, обеспечивающих водопроницаемость в пределах 1—50 л/(ч·м) в диапазоне давлений 0,01—0,16 МПа.

Методика исследований

Для исследований применялся полиэтилен низкой (ПЭНП) и высокой (ПЭВП) плотности марок 10802-020 и 20906-040 и различные неорганические соли — NaHCO_3 , KHCO_3 , NaNO_3 , NH_4NO_3 в качестве вымываемых наполнителей.

Композиции капиллярно-пористого полиэтилена готовились смешением ингредиентов на вальцах при температуре $125 \pm 5^\circ\text{C}$ в течение 15 минут. Для изучения кинетики вымывания неорганической соли из полимерной матрицы применялись пленки толщиной 200—600 мкм, изготовленные прессованием композиций при температуре 120°C и давлении 5 МПа в течение 2 мин.

Кинетика вымывания изучалась гравиметрическим методом в динамическом режиме при температуре воды 65°C .

Изготовление образцов капиллярно-пористых труб осуществлялось на лабораторном экструдере ШМ-35 в следующем температур-

ном режиме: температура цилиндра — 140—170°C, температура головки — 190—200°C.

Измерение водопроницаемости капиллярно-пористых труб проводилось на стенде испытания капельниц [8].

Определение предела прочности при разрыве и относительного удлинения проводилось согласно ГОСТ 11262-76.

Обсуждение результатов

Широкое распространение в области разработки микропористых структур для различных технологических целей получил метод вымывания твердого наполнителя из полимерной матрицы. Микропористая структура такого материала достигается благодаря процессу вымывания из него соли и растворителя [9]. В качестве твердого наполнителя применяются обычно употребляемые для этой цели водорастворимые предварительно измельченные соли.

На рис. 1 приведены результаты исследования кинетики вымывания неорганических солей NaHCO_3 , KHCO_3 , NaNO_3 , NH_4NO_3 из полиэтиленовой матрицы. Как видно, большое влияние на скорость вымывания и конечную пористость, обеспечивающую образование капиллярно-пористой структуры, оказывает как концентрация, так и сама химическая природа применяемой неорганической соли и полимера. С увеличением степени наполнения неорганической солью резко возрастает интенсивность вымывания (рис. 1, б). Отчетливо выражается эффективность применения той или иной неорганической соли. Так, если композиции, содержащие 30 об. % KHCO_3 , достигают степени вымывания 70% в течение 25 часов, то применение в качестве наполнителя, например, NaHCO_3 того же самого объема содержания обеспечивает вымывание из композиции только 36% соли в течение 35 часов. По мнению различных авторов [10, 11, 12], концентрация неорганической соли может меняться в широких пределах — от 30 до 100% мас. и более. В общем случае, соотношение компонент должно обеспечить доступность растворителя к неорганической соли и сохранение формы материала после ее удаления. Соблюдение этих требований определяет концентрацию наполнителя в каждом конкретном случае. Интенсификация процесса вымывания с ростом содержания наполнителя, очевидно, объясняется тем, что в этом случае более вероятной становится возможность контакта частиц соли между собой, поскольку меньшее количество частиц оказывается закапсулированным в полимере, что, естественно, способствует их быстрому растворению и образованию капиллярно-пористой структуры материала.

Судя по характеру кривых, наиболее эффективным из примененных неорганических солей является KHCO_3 и NH_4NO_3 , что связано не только с их хорошей растворимостью, но и с их способностью

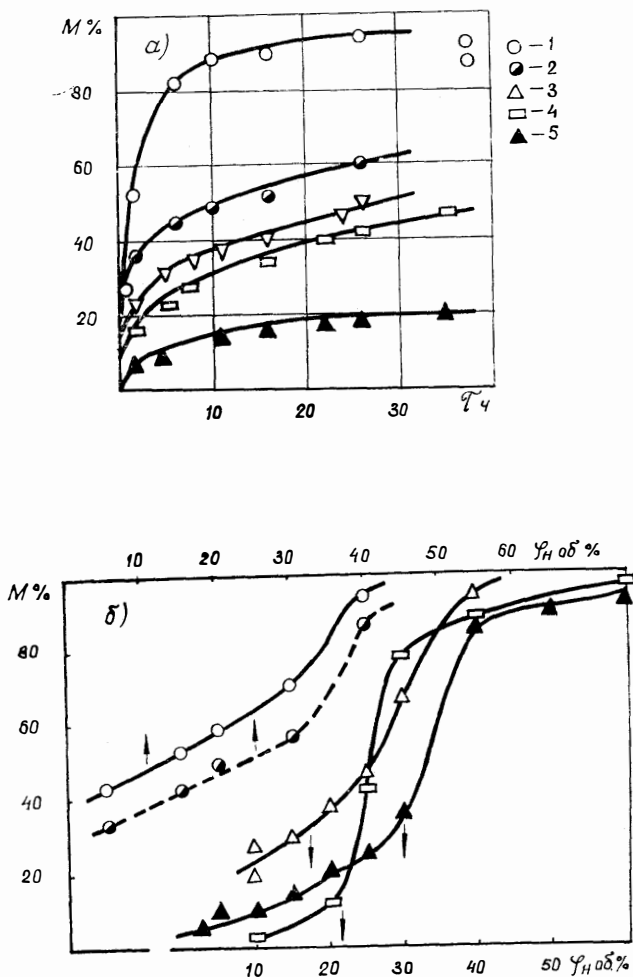


Рис. 1. Кинетика вымывания неорганических солей из композиций на базе полиэтилена низкой плотности:

а) зависимость степени вымывания неорганических солей от продолжительности процесса:

- 1 — 40 об. % KHCO_3 ; 2 — 20 об. % KHCO_3 ;
 3 — 25 об. % NaNO_3 ; 4 — 25 об. % NH_4NO_3 ;
 5 — 20 об. % NaHCO_3 ;

б) зависимость степени вымывания неорганических солей от степени наполнения:

- 1 — KHCO_3 — 25 ч, 2 — KHCO_3 — 10 ч,
 3 — NaNO_3 — 25 ч, 4 — NH_4NO_3 — 30 ч,
 5 — NaHCO_3 — 35 ч.

к разложению в определенных температурных условиях при переработке композиции.

Существует тесная взаимосвязь между пористостью и дисперсностью вымываемой неорганической соли. Применение мелкодисперсных наполнителей способствует созданию весьма микропористых материалов, хорошо пропускающих влагу.

Следует отметить, что на кинетику вымывания неорганических солей существенное влияние оказывают структурные особенности самого полимера (степень кристалличности, жесткость макромолекулярных цепей, разветвленность). Так, скорость и степень вымывания почти вдвое больше для композиций на базе полиэтилена низкой плотности, чем для таких же с полиэтиленом высокой плотности.

На основании полученных данных по кинетике вымывания различных неорганических солей для изготовления капиллярно-пористых труб была выбрана композиция на базе ПЭНП и наполнителя KHCO_3 .

Представлялось интересным изучить возможность ведения технологического процесса экструзии труб таким способом, чтобы обеспечить разложение KHCO_3 и создать открытоячеистую капиллярно-пористую структуру, не требующую проведения дополнительного цикла вымывания после экструзии. Создание такой структуры на базе частично вспененного полимерного материала, обычно имеющего закрытоячеистую структуру, возможно при соблюдении отдельных специфических условий создания композиций и ведения технологического процесса изготовления труб. Одним из условий изменения характера вспененного полимерного материала является добавление избыточного количества вспенивающего агента (в данном случае KHCO_3), обеспечивающего разрыв стенок ячеек при интенсивном вспенивании и образование структуры с сообщающимися порами. В результате проведения экспериментов по отработке технологии получения трубок оптимальным содержанием соли оказалось 25 об. %.

Температурный режим 130—150°C в шнеке эструдера и 150—170° в головке не обеспечивает создания капиллярно-пористой структуры непосредственно в процессе экструзии. Трубы, полученные в таком режиме, приобретают водопроницаемость только после проведения соответствующего цикла вымывания неорганической соли, который весьма длителен (от 36 до 72 часов) и требует значительных производственных площадей при практической реализации технологического процесса. Далее экспериментально было установлено, что капиллярно-пористая структура труб образуется в весьма узком температурном интервале — 190—200°C на выходе из головки эструдера.

На рис. 2. показаны результаты испытаний водопроницаемости экспериментально полученной партии труб из ПЭНП диаметром 16 мм, толщиной стенки 2 мм (давление воздуха в трубах при экструзии 0,02—0,03 МПа, скорость отвода труб — 1—2 м/мин).

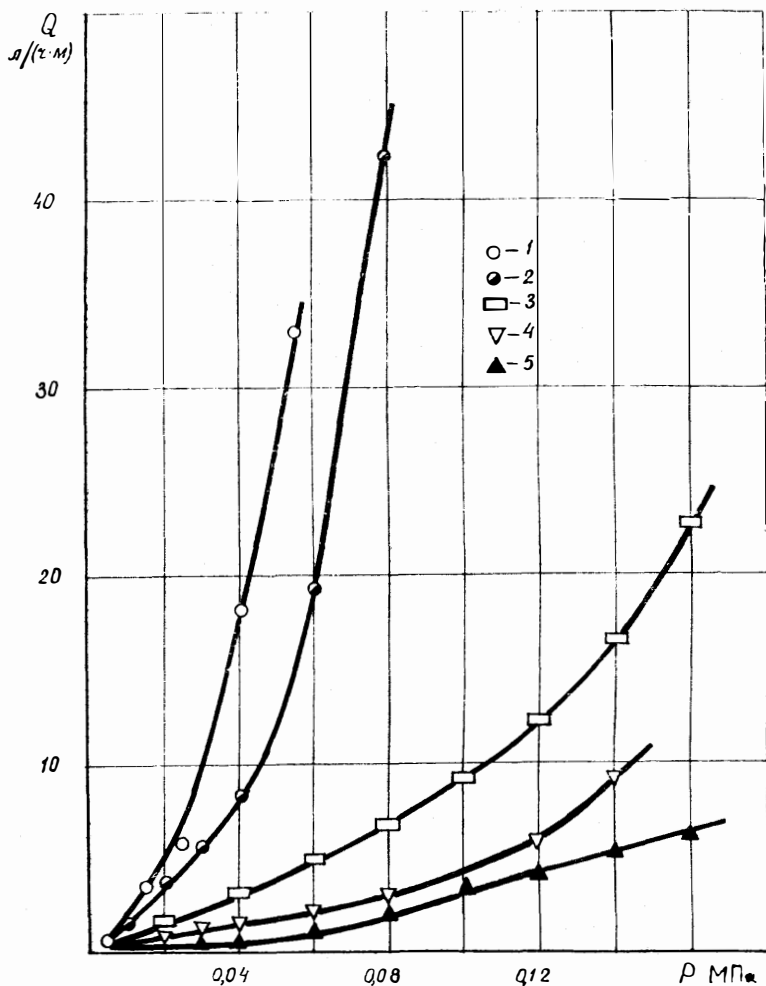


Рис. 2. Зависимость водопроницаемости капиллярно-пористых труб от давления воды:

- 1 — трубы получены при температуре головки экструдера 200°C;
 5 — при 190°C;
 2 — образец фирмы «Дюпон»;
 3 — образец фирмы «Ньювей»;
 4 — стабилизированная труба (Nonox WSP и 2,5% сажи),
 полученная при 190°C.

В таблице сведены физико-механические характеристики полученных нами и зарубежных образцов труб.

Как видно, водопроницаемость полученных образцов меняется в пределах от 0,5 до 18 л/(ч·м) при давлении 0,04 МПа. Различия в водопроницаемости образцов 1, 4 и 5 объясняются технологичес-

Прочность при разрыве и относительное удлинение образцов капиллярно-пористых труб для внутрипочвенного орошения

Характеристика образцов	σ	ε %	σ	ε %
	$\frac{9,1 \cdot 10^6}{\text{в продольном направлении}} \text{ Н/м}^2$		$\frac{9,1 \cdot 10^6}{\text{в поперечном направлении}} \text{ Н/м}^2$	
Экспериментальный образец	0,36	138	0,28	65
Образец фирмы «Ньювей»	0,80	270	0,66	260
Образец фирмы «Дюпон»	5,08	38	4,10	27

кими режимами экструзии (температура головки экструдера для 1 — 200°C, для 4 и 5 — 190°C соответственно). Следует отметить, что, регулируя содержание неорганической соли и технологические режимы экструзии, нами получены трубы с водопроницаемостью 0,5—50 л/(ч·м) в пределах давлений 0,01—0,16 МПа.

Скорость распределения воды по всей длине труб можно эффективно регулировать путем изменения давления воды в трубах.

Полученные результаты испытаний опытных образцов соответствуют характеристикам труб фирм «Дюпон» и «Ньювей» и отвечают требованиям, предъявляемым к системам внутрипочвенного орошения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Нестерова Г. С., Вейцман Е. А., Зонн И. С., Дзюбенко Б. В. Капельное орошение. — Гидротехника и мелиорация, 1972, № 7, с. 103—112.
2. Внутрипочвенное капельное орошение. Сб. трудов Таджикского НИИ земледелия, т. IX. Душанбе, 1977.
3. Шейнкин Г. Ю. Техника и организация орошения в Таджикистане. Душанбе, Ирфон, 1970.
4. Пат. № 1319599 (Англия). Кл. СзС (С 08 53 08, А 24С 5/50). Оpubл. 6.06.73.
5. Пат. № 355265 (США). Кл. 239/450, 239/542, 239/559, 239/567 (А01). Оpubл. 5.01.77.
6. Пат. № 3774648 (США). Кл. 138/177, 138/178, 161/159, 161/160 (В32 3/12, В32 3/26). Оpubл. 27.11.73.
7. Краковец В. М. Система капельного орошения из микропористых трубок. — Гидротехника и мелиорация, 1976, № 8, с. 114—116.

8. Матсон И. А., Зепс З. П., Берзинь Ю. О. Влияние полимерных материалов на изменение производительности капельниц в зависимости от температуры. — Настоящий сборник, с. 129—134.

9. Фрейдгейм К. И., Кузина Л. В., Ябко Я. М., Алексеенко В. И. Получение микропористых покрытий для искусственной кожи. — Кожевенно-обувная промышленность, 1976, № 12, с. 53—55.

10. Пат. № 48-36184. (Япония). Кл. 25 (5) H21, (CO8 1/14). Оpubл. 1.11.73.

11. Заявка № 2229739. (Франц.). Кл. CO8 1/34, B 01K 3/10. Оpubл. 13.12.74.

12. Пат. № 3376238. (США). Кл. 260-2.5. Оpubл. 2.04.68.

Статья поступила в редакцию 31.07.78.