



УДК 564.48.01

## ПРИМЕНЕНИЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ОТХОДОВ ДЛЯ ЗАКРЕПЛЕНИЯ ПЕСКОВ ПРИАРАЛЬЯ

### USING KOMPOZITION MATERIAL ON BASE DEPARTURE FOR FASTENING SONG PRIARALIYA

**Жумабаев Бердак Айтбаевич**

кандидат химических наук,  
доцент кафедры «Методика преподавания химии»,  
Нукусский государственный педагогический институт  
им. Ажинияз  
id.yug2016@gmail.com

**Аймурзаева Лиза Гульмирзаевна**

ассистент кафедры «Методика преподавания химии»,  
Нукусский государственный педагогический институт  
им. Ажинияз

**Бабакулова Нилуфар Бахрамжановна**

ассистент кафедры «Строительные конструкции,  
материалы и изделия»,  
Ташкентский архитектурно-строительного институт

**Аннотация.** В статье рассмотрены некоторые возможности синтеза и применения, новых полимерных композиционных материалов на основе лигнина в регионе Аральского моря. Показано, что проблема высыхания Аральского моря является глобальной проблемой современности. Получены полимерный препараты на основе лигносульфонатов с фосфорсодержащими соединениями. Проведенные полевые и экспериментальные исследования показали, что разработанные полимерные композиционные материалы и после трех лет полевых испытаний не теряли своих прикладных свойств. Немаловажным фактором является и то, что технология и методика внесения композиционных материалов проста, не требует сложных технологических операций и специальной подготовки тружеников аграрной структуры и фермеров.

**Ключевые слова:** полимер, композиционный материал, отход, эрозия, Аральское море, синтез, вегетация, лигносульфонат, вода, сбережение, технология.

**Zhumabayev Berdak Aytbayevich**

Candidate of Chemistry,  
Associate Professor of Technique of  
Teaching Chemistry department,  
Nukus state pedagogical institute of  
Azhiniyaz  
id.yug2016@gmail.com

**Aymurzayeva Lisa Gulmirzayevna**

Assistant of Technique of  
Teaching Chemistry department,  
Nukus state pedagogical institute of  
Azhiniyaz

**Babakulova Nilyufar Bakhramzhanovna**

Assistant of Building Constructions,  
Materials and Products department,  
Tashkent architectural  
and construction institute

**Annotation.** In article are considered some possibility of the syntheses and using, new polymeric composition material on base lignin in region Aral epidemic deaths. It is shown that problem dry Aral epidemic deaths is a global problem to contemporaneity. Polymeric preparations are received on base lignosulphonats with phosphor containing join. Called on field and experimental studies have shown that designed polymeric composition material and after three years of the field test did not lose their own applied characteristic. The Of no small importance factor is and that technology and methods of the contributing composition material, does not require the complex technological operations and special preparation worker agrarian structure and farmer.

**Keywords:** polymer, composite material, departure, erosion, Aral Sea, syntheses, vegetation, lignosulphonat, water, saving, technology.

**П**роблема высыхания Аральского моря является глобальной проблемой современности. Эта проблема усугубляется и тем, что подвижные пески осушенного дна Арала сильно засоленные, содержат огромное количество различных вредных химических реагентов, входящих в состав различных минеральных удобрений и пыли. Одним из серьезных факторов ухудшения экологической обстановки в регионе Аральского моря является вынос солей и пыли с территории этих районов [1].

В этом контексте проблема закрепления засоленных песков осушенного дна Арала, создание прочных поверхностных структур, не препятствующих росту растений и защищающих от выветривания вследствие сильного аэродинамического потока, является актуальнейшей проблемой современной полимерной химии и экологии в целом [2].

Известно, что осушенное дно Аральского моря покрыто слоем засоленных подвижных песков площадью в более 2400 тыс. га. Содержание в них водопрочных макроструктур больше 0,25 мм, имеющих важное значение для культивирования солестойких растений на этих песках, незначительное и составляет часто не более 5–7 % от общей массы песка, вследствие чего затруднено их рациональное использование в сельскохозяйственном секторе экономики. В связи с чем, важным является проблема закрепления песков от ветровой эрозии через создание прочной поверхностной корки,



обеспечивающей закрепление минеральных частиц и солей в местах их образования с целью предотвращения дефляции [3].

В этом аспекте, целью проводимых нами в последнее время научно-исследовательских работ является защита подвижных песков от ветровой эрозии путем химического закрепления с помощью высокомолекулярных композиционных добавок, полученных на основе промышленных отходов химических предприятий нашей республики.

В качестве исходного сырья были взяты песок с осушенного дна Аральского моря, гидролизный лигнин, который переработан на модифицированный препарат «АМУ-2» и Гипан. Песок светло-серого цвета, плотность – 2,67 г/см<sup>3</sup>, насыпная плотность – 1,42 г/см<sup>3</sup>, удельная поверхность – 760 см<sup>2</sup>/г, пористость – 44,0 %, коэффициент фильтрации – 4,2 м/сут. Исследование песков Муйнакского месторождения показали следующие результаты: плотность – 2,55 г/см<sup>3</sup>, насыпная плотность – 1,40 г/см<sup>3</sup>, удельная поверхность 790 см<sup>2</sup>/г, пористость 46,5 %, коэффициент фильтрации – 4,8 м/сут. Установлено наличие в песках пор различных радиусов и дискретных по распределению. Гидролизный лигнин является отходом переработки древесных опилок и растительных отходов сельского хозяйства в процессе гидролизного производства. Гидролизный лигнин представляет собой полидисперсный продукт с размером частиц до 1 см. Технический гидролизный лигнин содержит 64–78 %, остатки полисахаридов 20 %, моносахара – 2,5 %, минеральные и органические кислоты – 1,5 %, зольные вещества 4,5 %. Он гигроскопичен и имеет влажность до 65 %. В качестве пластификатора и добавки повышающей водостойкость покрытия после анализа свойств вяжущего был выбран Гипан, которые представляют собой вязкий продукт белого цвета. Данный продукт выпускается АО «Навоиазот».

В соответствии с поставленными в работе задачами был использован комплекс современных методов исследований. К ним относятся группы методов, позволяющих исследовать: физико-химические и химические свойства песков, процессы образования структур в водных дисперсиях вяжущего; электрохимические свойства поверхности песка в процессе взаимодействия с вяжущими; изменение прочности контактов между частицами песка в структурной системе. Наличие различных функциональных групп в цепях молекул вяжущего выявили методами ИК-, ЯМР- и УФ-спектроскопии. Исследования проводились как на жидких, так и на твердых пробах. Толщина жидких проб находилась в диапазоне от нескольких миллиметров до 0,02 мм. Для изучения влияния комплекса и отдельных факторов на процессы, происходящие во время эксплуатации в защитном покрытии, вели наблюдения за образцами, экспонированными в аппарате искусственной погоды ИП-1-3М и «Фейтрон». Ветроэрозийная устойчивость корок и покрытий определялись путем их продувки воздухом на аэродинамической трубе. Для математического описания рассматриваемого процесса образования структуры разработанного материала использовали результаты экспериментов, проведенные методом Matlab.

Анализ статей и патентов по вопросу применения лигнина, выполненный в Японии, отреферированных в журнале «Chemical Abstracts», показал постоянный интерес исследователей к проблеме использования лигнина в сельском хозяйстве [4]. Этой проблематике было посвящено 6 % (всего 600 публикаций), а за более поздний период – 7,8 % (всего 190 публикаций) от общего числа публикаций по использованию лигнина [5]. Лигнин и продукты, получаемые на его основе, предлагается использовать в качестве удобрений, стимуляторов роста растений, инсектицидов, гербицидов, агентов, улучшающих структуру почв, добавок к пищевому рациону животных. Материалы по применению лигнина в сельском хозяйстве отражены также в ряде обзорных статей и монографий [6].

При интенсивном земледелии органическое вещество почвы обеспечивает способность почвы воспринимать, аккумулировать и равномерно поставлять растениям воду и питательные вещества, вносимые с удобрениями, а также поддерживать оптимальный водно-воздушный и санитарный режимы почвы, сохраняя ее как важнейший элемент биосферы [7]. Длительные полевые опыты на дерново-подзолистых почвах в Англии, России, Германии, Беларуси и других странах убедительно показали, что при оптимальной дозе минеральных удобрений и передовой агротехнике нельзя повысить запасы органического вещества только за счет пожнивных остатков [8]. Анализ экспериментальных данных многочисленных полевых опытов, проведенных в некоторых Европейских странах, показали, что существует тесная зависимость между запасами гумуса в почвах и урожаем сельскохозяйственных культур, в первую очередь зерновых [9]. Так, внесение 8–10 т органических удобрений на 1 га ежегодно приостанавливает убыль гумуса. Кроме того, имеются огромные земельные угодья, подлежащие освоению. Это малопродуктивные суходольные луга и пастбища, поросшие кустарником, лесные вырубки, гари и т.п., которые нуждаются в органических удобрениях. Использование в качестве органических удобрений лигнина, с добавками, необходимыми для этих почв (азот, кальций), может дать положительный эффект с длительным последствием, поскольку гумификация лигнина происходит значительно медленнее, чем у обычных органических удобрений. Попытки использовать лигнин в качестве органической добавки в земледелии предпринимались давно. Японские исследователи при изучении разложения сульфитного щелока в почве установили, что очищенный лигносульфонат довольно устойчив к разложению. В многочисленных экспериментах, моделирующих процессы гумификации различной травянистой растительности, показано, что лигнин растительных остатков



длительное время остается без изменений, и только через год весьма медленно начинается его разложение. Изучение процесса превращения лигнина в почвах позволяет разработать способы использования лигнина в качестве удобрения. В настоящее время установлено, что в образовании гумусовых веществ принимают участие все компоненты растительной (и животной) ткани, как устойчивые к микробному воздействию. Линейно построенные ассоциаты найдены в неразложившихся растительных остатках, однако вещества, образующиеся при микробиологическом разложении остатков, имеют большее значение. Этот процесс идет более или менее интенсивно, поэтому для образования стабильной комковатой структуры в почву должны регулярно поступать легкоразлагающиеся вещества.

В этом контексте представляло интерес исследование свойств песков с осушенного дна Аральского моря и разработке оптимальных композиций и изучению их свойств.

Для этой цели нами разработаны новые полимерные композиции на основе фосфорилирования лигнина по реакции Фриделя-Крафтса. Процесс фосфорилирования лигнина осуществляли в мягких и доступных условиях. Продукт реакции фосфорилирования лигнина, который был назван нами препарат «АМУ-2», представляет вязкий продукт коричневого цвета, без запаха, устойчивый при длительном хранении. Состав и строения фосфорилированного лигнофосфоната «АМУ-2» были идентифицированы современными физико-химическими методами анализа. На ИК-спектрах продукта фосфорилирования лигнина имеется широкая полоса  $3200\text{--}3400\text{ см}^{-1}$ , свидетельствующая о наличии ОН групп, включенных в водородные связи:  $1710\text{--}1720\text{ см}^{-1}$  C = O связи в карбонильных и карбоксильных группах  $1620\text{--}1600$  и  $1530\text{--}1500\text{ см}^{-1}$  – колебания ароматического кольца, а также полосы, свидетельствующие о наличии простых эфирных связей –  $1120$  и  $1230\text{ см}^{-1}$ . Песок можно представить как дисперсную систему, в которой дисперсной фазой являются частицы песка, а дисперсионной средой, окружающие каждую песчинку вода или воздух. Учитывая, что пески должны обрабатываться водными растворами полимеров, структурообразование будет происходить в системе песок-вода-вяжущее, представляет интерес изучение электропроводности дисперсии песка в воде. Изучением электропроводности дисперсии песка в различных средах выявлено поверхностное растворение его зерен с появлением новообразований, формирующих контактную зону на границе песок-вяжущее, причем с увеличением pH среды растворимость увеличивается. Нами представлены данные исследований кислотно-основных свойств поверхности песка, находящегося длительное время в контакте с атмосферой при  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$  и прогретого до  $70\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Указанные два состояния охватывают различную степень гидратации поверхности и характеризуют ее свойства в различных технологических процессах.

Установлено, что контакт с атмосферой при  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$  приводит к полной гидратации поверхности песка и экранированию ее активных центров адсорбционным слоем. В таком состоянии поверхность обладает слабокислотными (pH = 6,3) и слабоосновными (pH = 7,1) свойствами. Сильнокислотные и сильноосновные индикаторы при адсорбции на гидролизованной поверхности не ионизируются, поэтому, в спектрах индикаторов с pH перехода 7,2 содержатся только полосы кислотной, а с pH 6,3 – полосы основной формы. При  $70\text{ }^{\circ}\text{C}$  происходит частичная дегидратация поверхности песка, сопровождающаяся увеличением слабокислотных центров с pH = 3,2–1,7. Сильнокислотные центры с отрицательными значениями pH остаются экранированными остаточными молекулами воды. Исследования поверхности песков позволило выявить отрицательное влияние адсорбированной кварцевой поверхностью воды, экранирующей сильнокислотные и сильноосновные центры и препятствующей их взаимодействию с вяжущим. Монолитное защитное покрытие должно выполнять свои функции до 1,8–2,5 лет при условии исключения из него механического воздействия. Долговечность его полностью зависит от погодоустойчивости вяжущего. Вяжущее-песчаный слой кроме атмосферостойкости должен обладать, способностью пропускать через себя атмосферную влагу и сохранять влажность песка, что очень важно особенно в аридных и экстрааридных условиях. Если покрытие будет обладать совокупностью указанных свойств, то фитомелиорация будет иметь повышенную результативность. Кинетика образования полимерпесчаной структуры связана со скоростью процессов взаимодействия песка и полимера, в частности, с адсорбцией, определяющей адгезионные свойства. Для выяснения природы адгезии необходимо было изучить характер образования соответствующих структур в контактной зоне. Наиболее важной характеристикой монолитного полимерпесчаного покрытия, раскрывающей его эксплуатационные свойства, является величина пластической прочности  $Pm$ , при малых скоростях нагружения. Как и следовало ожидать, по мере увеличения времени контакта песка с вяжущим прочность покрытия повышается после 16–18 часов по экспоненциальному закону:

$$Pm = A(1 - Ic), \quad (1)$$

где  $A$  – прочность на сдвиг высушенного песчаного субстрата ненарушенной структуры;  $I$  – время контакта вяжущего с песком.

Прологарифмировав выражение (1) получим зависимость увеличения  $Pm$  от изменения экспоненты в пределе 0–18 часов, который описывается следующим выражением:

$$18 I - Pm = (IA + c).$$



Кривые изменения прочности покрытия в зависимости от температуры твердения (рис. 1) показывают, что наиболее приемлемые результаты достигаются при температуре 40 °С. Дальнейшее увеличение температуры твердения приводит к сильному увеличению  $P_t$  и повышению хрупкости материала. По-видимому, это обусловлено резким удалением дисперсной среды, что в свою очередь препятствует процессам структурообразования в контактной зоне.

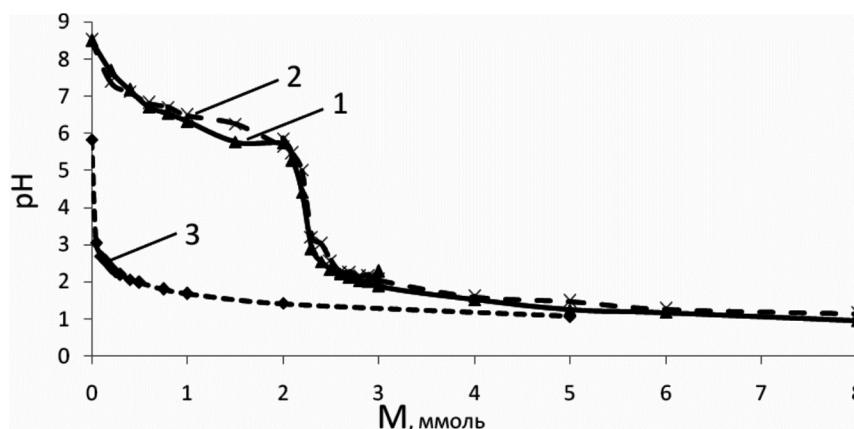


Рисунок 1 – Зависимость изменения прочности покрытий от температуры твердения:  
1 – 70 °С, 2 – 40 °С, 3 – 20 °С

Графическая зависимость изменения прочности покрытия от расхода вяжущего оптимальной концентрации показывает, что при расходе от 1 л/м<sup>2</sup> до 3 л/м<sup>2</sup> величина  $P_t$  практически постоянна, от 3 до 5 л/м<sup>2</sup> – возрастает, а дальнейшее увеличение расхода вяжущего приводит к заметному снижению, при этом ухудшается процесс поглощения вяжущего в песок, что ведет к его растеканию на поверхности песка. При этом испытывались образцы песков с различных регионов Приаралья, обработанные раствором вяжущего различной концентрации. В результате исследований установлено, что наибольшей устойчивостью структурно-механических свойств системы к воздействию внешних нагрузок в интервале температур от 20 °С, до 80 °С, обладают образцы, обработанные вяжущим с содержанием препарата «АМУ-2» – 12 %. При этом минимальные значения упруго-эластичным характеристикам соответствуют максимальные значения истинной пластической вязкости.

Изучено влияние различных факторов на водостойкость покрытия и определены величины этих факторов. Под действием различных атмосферных факторов и их совокупности структура защитного покрытия претерпевает глубокие качественные изменения, определяющиеся в основном изменением свойств вяжущего.

Изменение пластической прочности защитного покрытия, образованного в песках пропиткой препарата «АМУ-2» оптимальной концентрации, после испытания образцов, экспонированных в аппарате искусственной погоды ИП-1-3М и «Фейтрон», течение 20, 40 и 60 циклов. Цикл состоял из 20 часов ультрафиолетового облучения при 30 °С, 5 часов дождевания и 3 часов замораживания при температуре – 15 °С. Прочность материала защитного покрытия к концу первых 20 циклов экспонирования достигает величины 5,28 МПа, дальнейшее увеличение прочности полимер-песчаной корки идет менее интенсивно и достигает максимальной величины к 40 циклам испытаний, далее наблюдается падение прочности. Испытания показали, что 20 и 40 циклов экспонирования, выдержанные образцами, соответствуют 1–2,5 годам эксплуатации полимер-песчаной корки в природных условиях, что вполне согласуется с предъявляемыми к ней требованиями.

После изучения процесса старения под действием комплекса факторов потребовалось установить роль каждого из них. Поэтому изучали изменение пластической прочности от действия тепла, кислорода воздуха и ультрафиолетового излучения. Данные показывают, что для материала защитного покрытия наиболее агрессивным фактором является температура окружающей среды, вызывающая за 300 часов теплового воздействия увеличение прочности почти в 13 раз, тогда как ультрафиолетовое облучение увеличивает  $P_t$  лишь в 7,2 раза, а кислород воздуха – в 12 раз. С увеличением насыщенности потока твердыми частицами увеличивается интенсивность уноса.

Анализ полученных данных по исследованию свойств покрытия показывает, что разработанные покрытия не уступают по своим качествам существующим покрытиям. Наблюдения за образцами показали, что при продувке ветропесчаным потоком, в первую очередь, от ударов твердых частиц потока уносятся в основном выступы, шероховатости и тем самым создается опасность появления очагов эрозии. В этих случаях через определенное время продувки образцы начинают разрушаться.



Таким образом, анализ выполненных ранее исследований, а также экспериментальных работ свидетельствуют, что разработанный нами препарат на основе лигнина «АМУ-2» является потенциальным органическим ресурсом при использовании в качестве мелиоративных материалов для оптимизации агрофизикохимических свойств почв, прежде всего на территориях, сопредельных к Аральскому морю и Приаралья.

### Литература:

1. Каримов И.А. Узбекистан на пороге XXI века. Гарантии стабильности и угрозы безопасности. – Т. Узбекистан, 1997.
2. Мухамедгалиев Б.А. Экологические проблемы биосферы // Экологический вестник Узбекистана. – 2011. – № 1. – С. 10–12.
3. Жумабаев Б.А. Исследование влияния новых добавок на структурообразование засоленных песков // Сборник республиканской научно-технической конференции аспирантов, докторантов и соискателей. – Т., 2012. – С. 104–107.
4. Adams R., Ford C. Influence some chemical reagents to properties the grounds // Journal «Chemical Abstracts». – 2014. – № 9. – P. 1059–1067.
5. Комиссаров В.В. Получение гумусоподобных соединений из лигнина // Почвоведение. – 2011. – № 4. – С. 28–31.
6. Короткевич П.Г. Использование отходов ЦБП для повышения урожайности сельскохозяйственных культур // Продукты переработки древесины – сельскому хозяйству : тезисы докладов Всероссийской конференции. – Ужгород, 2012. – Т. 2. – С. 125–130.
7. Кулаковская Т.Н. Дифференциация потребностей в органических удобрениях для создания положительного баланса гумуса в пахотных почвах // тезисы докладов Всероссийской конференции почвоведов. – Суздаль, 2012. – Т. 8. – С. 59–61.
8. Кульман А. Искусственные структурообразователи почв. – М. : Недра, 2012. – С. 340.
9. Агламуратов М.У., Аметов Я.И., Есимбетов А.Т. Пути решения экологических проблем Арала // Сборник международной научно-технической конференции «Иновация-2015». – Т. : ТашГТУ, 2015. – С. 289.
10. Лыков А.М. Органическое вещество и плодородие дерново-подзолистых почв в условиях интенсивного земледелия // Тезисы докладов Всероссийской конференции общества почвоведов. – Суздаль, 2014. – Т. 8. – С. 49–51.
11. Хмелинин И.Н. Эколого-биологические основы включения гидролизного лигнина в почвообразование // Сборник всероссийской конференции почвоведов. – Суздаль, 2014. – Т. 8. – С. 59–61.

### References:

1. Karimov I.A. Uzbekistan on the XXI century threshold. Guarantees of stability and threat to security. – T. Uzbekistan, 1997.
2. Mukhamedgaliyev B.A. Environmental problems of the biosphere // Ecological bulletin of Uzbekistan. – 2011. – № 1. – P. 10–12.
3. Zhumabayev B.A. A research of influence of new additives on structurization of the salted sands // Collection of a republican scientific and technical conference of graduate students, doctoral candidates and applicants. – T., 2012. – P. 104–107.
4. Adams R., Ford C. Influence some chemical reagents to properties the grounds // Journal «Chemical Abstracts». – 2014. – № 9. – P. 1059–1067.
5. Komissarov V.V. Receiving gumusopodobny connections from lignin // Soil science. – 2011. – № 4. – P. 28–31.
6. Korotkevich P.G. Use of waste of TsBP for increase in productivity of crops // Wood processing Products – to agriculture : theses of reports of the All-Russian conference. – Uzhhorod, 2012. – V. 2. – P. 125–130.
7. Kulakovskaya T.N. Differentiation of needs for organic fertilizers for creation of positive balance of a humus in arable soils // Theses of reports of the All-Russian conference of soil scientists. – Suzdal, 2012. – V. 8. – P. 59–61.
8. Kuliman A. Artificial strukturoobrazovatel of soils. – M. : Nedra, 2012. – P. 340.
9. Allamuratov M.U., Ametov Ya.I., Esimbetov A.T. Solutions of environmental problems of the Aral Sea // Collection of the international scientific and technical Innovation – 2015 conference. – T. : TashGTU, 2015. – P. 289.
10. Lykov A.M. Organic substance and fertility of cespitose and podsollic soils in the conditions of intensive agriculture // Theses of reports of the All-Russian conference of society of soil scientists. – Suzdal, 2014. – V. 8. – P. 49–51.
11. Hmelinin I.N. Ecological and biological bases of inclusion of hydrolytic lignin in soil formation // Collection of the All-Russian conference of soil scientists. – Suzdal, 2014. – V. 8. – P. 59–61.