

**ФАН ВА ТЕХНОЛОГИЯЛАР  
ТАРАҚҚИЁТИ**  

---

**РАЗВИТИЕ НАУКИ И  
ТЕХНОЛОГИЙ**



**6**  

---

**2021**



**Бош муҳаррир:**  
ДЎСТОВ Ҳ.Б.  
кимё фанлари доктори, профессор  
**Тахририят ҳайъати раиси:**  
БАРАКАЕВ Н.Р.  
техника фанлари доктори, профессор  
**Муовини:**  
ШАРИПОВ М.З.  
физика-математика фанлари доктори  
**Тахрир ҳайъати:**  
ПАРШИЕВ Н.А.  
ЎЗР ФА академиги (ЎЗМУ)  
МУҚИМОВ К.М.  
ЎЗР ФА академиги (ЎЗМУ)  
ЖАЛИЛОВ А.Т.  
ЎЗР ФА академиги (Тошкент кимё-технология  
ИТИ)  
НЕГМАТОВ С.Н.  
ЎЗР ФА академиги (“Фан ва тараққиёт” ДУК)  
РИЗАЕВ А.А.  
т.ф.д., профессор (ЎЗР ФА Механика ва зилзила-  
бардошлилик ИТИ)  
БАҲОДИРОВ Ғ. А.  
т.ф.д., профессор, ЎЗР ФА бош илмий котиби  
МАЖИДОВ Қ.Х.  
техника фанлари доктори, профессор  
АСТАНОВ С.Х.  
физика-математика фанлари доктори, профессор  
РАХМОНОВ Х.Қ.  
техника фанлари доктори, профессор  
ВОХИДОВ М.М.  
техника фанлари доктори, профессор  
ЖЎРАЕВ Х.Ф.  
техника фанлари доктори, профессор  
САДУЛЛАЕВ Н.Н.  
техника фанлари доктори, профессор  
ФОЗИЛОВ С.Ф.  
техника фанлари доктори, профессор  
ИСАБАЕВ И.Б.  
техника фанлари доктори, профессор  
АБДУРАҲМОНОВ О.Р.  
техника фанлари доктори  
НИЗОМОВ А.Б.  
иқтисод фанлари доктори, профессор  
ТЕШАЕВ М.Х.  
физика-математика фанлари доктори  
ЮНУСОВА Г.С.  
фалсафа фанлари доктори  
ХАМИДОВ О.Х.  
иқтисод фанлари доктори, профессор  
ХОШИМОВ Ф.А.  
т.ф.д., профессор (ЎЗР ФА Энергетика институти)  
АХМЕТЖАНОВ М.М.  
педагогика фанлари номзоди, профессор  
АЗИМОВ Б.Ф.  
иқтисод фанлари номзоди, доцент  
(махсус сонлар учун масъул)

**Муҳаррир:**  
БОЛТАЕВА Н.Ў.  
**Мусахҳихлар:**  
БОЛТАЕВА З.З., САЙИТОВА К.Х.,

## ФАН ВА ТЕХНОЛОГИЯЛАР ТАРАҚҚИЁТИ

ИЛМИЙ – ТЕХНИКАВИЙ ЖУРНАЛ

## РАЗВИТИЕ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

НАУЧНО – ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

*Журнал Ўзбекистон матбуот ва ахборот  
агентлиги Бухоро вилояти бошқармасида  
2014 йил 22-сентябрда № 05-066-сонли  
гувоҳнома билан рўйхатга олинган*

**Муассис:**

*Бухоро муҳандислик-технология институти*

*Журнал Ўзбекистон Республикаси Вазирлар  
Маҳкамаси ҳузуридаги ОАК Раёсатининг  
2017 йил 29-мартдаги №239/5- сонли қарори  
билан диссертациялар асосий илмий  
натижаларини чоп этиш тавсия этилган  
илмий наирлар рўйхатида киритилган.*

**Тахририят манзили:**

*200100, Бухоро шаҳри, Қ. Муртазоев  
кўчаси, 15-уй,*

*Бухоро муҳандислик-технология институти  
биринчи биноси, 2-қават, 206-хона.*

*Тел: 0(365) 223-92-40*

*Факс: 0(365) 223-78-84*

*Электрон манзил:*

**E-mail: [fantt\\_jurnal@umail.uz](mailto:fantt_jurnal@umail.uz)**

*Журналнинг тўлиқ электрон варианты  
билан <https://journal.bmti.uz/>  
сайти орқали танишиши мумкин.*

*Ушбу журналда чоп этилган материаллар  
тахририятнинг ёзма рухсатисиз тўлиқ ёки  
қисман чоп этилиши мумкин эмас.  
Тахририятнинг фикри муаллифлар фикри  
билан ҳар доим ҳам мос тушмаслиги  
мумкин. Журналда ёритилган  
материалларнинг ҳаққонийлиги учун  
мақолаларнинг муаллифлари ва реклама  
берувчилар масъулдирлар.*

# МУНДАРИЖА – СОДЕРЖАНИЕ – CONTENT

<b>ТЕХНИКА, ТЕХНОЛОГИЯ ВА ЖИҲОЗЛАР</b>	
<b>Баракаев Н.Р., Ражабов А.Н., Кузибеков С.К., Ражабов Б.Н.</b> Определение скорости, ускорения и силы инерции сита при движении комбинированного сепаратора . . . . .	<b>4</b>
<b>Муминов Р.О., Махмудова М.Ф.</b> Бурғилаш ускунаси гидромеханик айлантурувчи-узатувчи механизмининг ишлаш принципи ва конструкцияси . . . . .	<b>11</b>
<b>Джураев А.Дж., Бекназаров Ж.Х., Ашуров Х.Х.</b> Технологические характеристики биттера сепаратора . . . . .	<b>17</b>
<b>Юсубалиев А., Рахматов Д.А., Шарипов Ш.Н.</b> Анализ известных технологий и устройств для подготовки семян люцерны . . . . .	<b>22</b>
<b>КИМЁ ВА КИМЁВИЙ ТЕХНОЛОГИЯЛАР</b>	
<b>Ибрагимов А.А.</b> N,N'- диалкилирование N,N'-динатрийзамещенных N,N'-гексаметилен бис-[(X-фенил-азо-тимолило)-карбаматов] . . . . .	<b>30</b>
<b>Паноев Э.Р., Ахмедов В.Н., Дўстов Х.Б., Темиров А.Х., Нуруллаева Н.И.</b> Кутбланиш қаршилиги усули билан коррозия тезлигини пасайтиришда ТФО ингибиторининг самарадорлиги . . . . .	<b>36</b>
<b>Бахтияров С.Б., Матмуратов Ш.А., Рахимова Ф.М., Озодов Ф.О.</b> Совершенствование технологии получения гидроксида натрия из технической соли месторождения «Барса келмас» . . . . .	<b>41</b>
<b>Юлчиева С.Т., Сманова З.А.</b> Имобилизованные органические люминесцентные реагенты для определения некоторых тяжелых металлов . . . . .	<b>46</b>
<b>Қуйбоқаров О.Э., Ортиқов Н.Р., Файзуллаев Н.И.</b> Синтез-газдан юқори молекуляр углеводородлар олиш ва катализаторнинг физик-кимёвий характеристикалари . . . . .	<b>57</b>
<b>Jumaboyeva Z.Z., Yakubov Y.Y., Qurbonov S.D.</b> ZSM-5 tipidagi zeolitlarda uglerod (IV) oksidining adsorbsiya energetikasi . . . . .	<b>65</b>
<b>Обидов Х.О.</b> Табиий газни хемосорбцион усулда тозалаш жараёнини такомиллаштириш . . . . .	<b>70</b>
<b>Ортиқов Н.Р., Қуйбоқаров О.Э., Файзуллаев Н.И.</b> Юқори молекуляр углеводородларнинг синтез-газдан олиниш усули . . . . .	<b>76</b>
<b>Тиллоева Д.М., Шарипов М.С., Тухтаев С.</b> Коғозларни сиртдан елимлаш учун елим материаллар тайерлаш мақсадида қўлланадиган крахмал хоссаларига оксидлаб модификациялашнинг таъсирини ўрганиш . . . . .	<b>85</b>
<b>Ochilov A.A., Ochilov X.G., Vozorov N.B.</b> Mahalliy xomashyolar asosida suv neft va neft shlam emulsiyalarini parchalash . . . . .	<b>96</b>
<b>МАШИНАСОЗЛИК ВА ЭНЕРГЕТИКА</b>	
<b>Баракаев Н.Р., Амонов М.И., Сохибов И.А.</b> Негоскальпические свойства объекта резания . . . . .	<b>102</b>
<b>Сафаров А.Б., Тоиров З., Султонов Ф.Т., Аслонов Ш.Ф., Сулаймонов Т.В.</b> Шамол энергетик қурилмасининг самарадорлигини оширишда кичик айланиш тезликли электр генераторларни такомиллаштириш . . . . .	<b>107</b>
<b>Намроев Н.Н., Shodiyev S.S., Turayeva U.X.</b> Yuqori tezlikda frezalash . . . . .	<b>115</b>
<b>Choriyev A.I.</b> Muqobil energiya manbalari . . . . .	<b>122</b>
<b>Намроев Н.Н., Turayeva U.X.</b> Keskich aniqligini tadqiq qilish . . . . .	<b>127</b>
<b>Имомов Ш.Ж., Ҳамроев Ю.Й., Комилов О.С., Мажитов Ж.А., Шарипова Д.Б.</b> Биоэнергетик қурилма реактори ташқи конструкцияси геометрик ўлчамларининг баъзи жиҳатлари . . . . .	<b>135</b>
<b>Жалилов Р.Б., Камалов У.У.</b> Перспективы комбинированного производства электро энергии, тепла и холода – актуальное направление в энергетике в условиях цифровой трансформации . . . . .	<b>139</b>

Ўринов Н.Ф., Саидова М.Х., Сайлиев И.И. Йиғма кесувчи асбоблар конструкцияларини такомиллаштириш усуллари . . . . .	148
Зокирова Д.А. Юпқа деворли очик ва ёпиқ цилиндрда кучланиш ва деформацияларни тажрибада текшириш . . . . .	154
<b>ИНФОРМАТИКА ВА АХБОРОТ – КОММУНИКАЦИОН ТИЗИМЛАР</b>	
Очилов Н. Н. Шифрлаш усуллари ва алгоритмлари таҳлили . . . . .	160
Usenov A.B., Sultanova Sh.A. Formation model of the ultrasonic cavitation region . . . . .	165
Sharopova N. A. Ta’lim jarayonida talabalarning axborot-kommunikativ kompetentligining shakllanishi muhimlik darajasi . . . . .	170
Ўринов Н.Ф., Абдулаева Д.Х., Зайниев Х.М. Дастурий-амалга ошириш мантиқ контроллери ёрдамида рақамли дастурли бошқаришнинг мантикий масалаларини ечиш . . . . .	175
Назарова Н.М., Назаров М.Р. Валидация математической модели рециркуляционной гелиосушилки . . . . .	183
<b>ОЗИҚ-ОВҚАТ САНОАТИ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ</b>	
Рахимова Г., Атаханов Ш., Мамаджанов Л., Юнусов А. Шифобахш – профилактик ҳалим маҳсулотининг санитария-гигиеник тадқиқоти . . . . .	191
Джураева Н.Р., Атамуратова Т.И., Исабаев И.Б., Турсунова У.О. Влияние термообработки на микробную контаминацию эмульсионных жиромучных композитных смесей . . . . .	194
Abhijit Tarawade, Сафаров Ж.Э., Султанова Ш.А. Исследование процесса сушки плодов тутовника . . . . .	200
Исматова Ш. Н. Разработка белковой кормовой добавки к комбикормам для птиц на основе вторичного сырья и пробиотической микрофлоры . . . . .	206
Бахтияров С.Б., Курамбаев Ш.Р., Аллаберганова У.Б. Модификация каолина Султан-Увайс и применение полученного каолина при очистке хлопкового масла . . . . .	211
Холов Ф.Ў., Курбонов М.Т. Омихта ем ишлаб ишлаб чиқаришда ноанъанавий хомашёлар тавсифи . . . . .	217
<b>ТЎҚИМАЧИЛИК ВА ЕНГИЛ САНОАТ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ</b>	
Рўзиев Н.Н., Исакулов В.Т., Тўлаганова М.В. Ҳалқали йиғириш машинасида пахта ва кимёвий пиликлардан йиғирилган “SIRO” ипи ишлаб чиқаришда ип хоссаларига урчук тезлигининг таъсири . . . . .	222
Абдукаримов Т.Т., Рахимов Ф.Х., Қосимов Х.Х. Пахтадан оғир аралашмаларни ажратиб олувчи қурилмада тажрибалар ўтказиш йўли билан тозалаш самарадорлигини аниқлаш . . . . .	229
Ulug‘muradov X., Sharopov B., Muradov R., Novruzov S. Konus shakldagi to‘rli yuzada paxtaning harakatini o‘rganish . . . . .	236
Ражапова М.Н., Ташпулатов С.Ш., Очилов Т.А. Кўйлакбоп газламаларнинг технологик кўрсаткичларининг ўзгаришини тадқиқ қилиш . . . . .	240
Мирзаев О. А., Адизова А. Дж. Теоретическое изучение давления вращающегося дискретизирующего барабанчика на ось вращения . . . . .	247
Komilov Sh.R., Mamadaliyev N.V., Roxmonov D.A., Axmedxodjayev X.T. Jin mashinasining samaradorligini oshirish maqsadida ishchi kamera konstruksiyasini takomillashtirish . . . . .	256
Мухамеджанова С.Дж., Джураев А., Мансурова М.А. Анализ влияния силы натяжения игольной нити на смещение оси амортизирующей втулки составного ролика нитенаправителя в швейной машине . . . . .	261
Амонов А.Р., Бехбудов Ш.Х., Мансурова М.А., Джураев А., Брезент материаллари чокларида полимер қопламасини қўллаш натижасида чоклар узилиш кучини аниқлаш бўйича тажрибавий тадқиқотлар натижалари . . . . .	266
Ражабова Г.Ж. Технологик схеманинг таҳлили . . . . .	274
Кўшимов А.А., Саломова М.А., Мурадов Р.М. Пахтани ташувчи қурилма конструкциясини такомиллаштириш . . . . .	279

<b>Мусаев С.С., Самиева Г.О., Тешабоев У.У.</b> Разработка многокомпонентной термопластичной полимерной композиции для низа обуви . . . . .	<b>285</b>
<b>Шамсиева М.Б., Рустамов Б.И., Қурбонов А.Э.</b> Қоракўл мўйнани ёғлантириш жараёнида қўлланиладиган маҳаллий чиқинди ёғловчи модда тадқиқи . . . . .	<b>291</b>
<b>Джураев А., Сайитқулов С.О., Комилов Н.</b> Пахтани майда чиқиндилардан тозалаш машинасининг ишчи органлари тадқиқи . . . . .	<b>296</b>
<b>Гайбуллаева Н.З., Пулатова С.У.</b> Махсус кийим ишлаб чиқаришга мўлжалланган материалларнинг гигиеник хоссаларини қиёсий баҳолаш . . . . .	<b>301</b>
<b>Адизова А. Ж.</b> Титувчи барабан тишлари илаштирган толалар ҳаракатини механик ўрганиш . . . . .	<b>306</b>
<b>Мухамеджанова С.Дж., Джураев А., Мансурова М.А.</b> Колебания наружной втулки составного ролика нитенаправителя в швейной машине . . . . .	<b>312</b>
<b>АНИҚ ВА ИЖТИМОЙ-ИҚТИСОДИЙ ФАНЛАР</b>	
<b>Аслонова К.А., Эсанов Ҳ.Қ., Шамсиева Ш.Р.</b> Бухоро воҳаси юксак ўсимликларининг фойдали хусусиятлари . . . . .	<b>318</b>
<b>Сунил Верма, Зулпанов Ш.У., Султанова Ш.А., Сафаров Ж.Э.</b> Исследование сушка листьев шелковицы ( <i>Morus alba</i> ) . . . . .	<b>323</b>
<b>Бафоев Ф. М.</b> <sup>©</sup> Современные тенденции мировой политики в контексте открытых общественных систем . . . . .	<b>329</b>
<b>Abdulkhayev Z.E., Madrakhimov M.M.</b> Study of the electrically conductive liquid metals' flow in a rectangular channel . . . . .	<b>332</b>
<b>Юнусова Г. С.</b> Тасаввуф таълимотида қалб ва нафс тарбияси . . . . .	<b>337</b>
<b>Ражабова Г. Ж.</b> Миллий анъана ва креативлик . . . . .	<b>344</b>
<b>Рахматуллаева М. Ф.</b> Состояние GaAs и перспективы использования в солнечных элементах . . . . .	<b>348</b>
<b>Бахриддинова Н. М.</b> Корхоналарда ишлаб чиқариш санитарияси ва гигиенасини ташкил этиш муаммолари . . . . .	<b>355</b>
<b>Azimova N. F.</b> Romantik tuyg‘u va ruhiyat manzaralari . . . . .	<b>360</b>
<b>Шарипов Б. Х.</b> Сурхондарё вилояти ҳамда Ўзбекистон ҳудудидаги қадимги шаҳарсозлик, архитектура элементлари ва уларнинг янги давр архитектурасидаги ўрни .	<b>365</b>

12. Кульчаковская Е.В., Асалиева Е.Ю., Грязнов К.О., Синева Л.В., Мордкович В.З. Влияние способа введения кобальта в композитный цеолитсодержащий катализатор на состав продуктов синтеза Фишера-Тропша//Нефтехимия.Т.55.Но1.С. 48-53.
13. Sineva L.V., Morkovich V.Z., Khatkova e.Yu. Fischer-Tropsch synthesis in the presence of composite catalysts with different types of active cobalt//Mendeleev Communications.2013.No23.P. 44-45.
14. Калечица И.В. Химические вещества из угля. М.:Химия, 1980. 615 с.
15. Steynberg A., Dry M.Ye. Fisher–Tropsch Technology. Elsevier Science & Technology, 2004. 722p.
16. Bobomurodova S.Y., Fayzullaev N.I., Usmanova K.A. Catalytic aromatization of oil satellite gases//International Journal of Advanced Science and Technology, 2020, 29(5), стр. 3031–3039.

*Қуйбоқаров Ойбек Эргашович - Қариш муҳандислик-иқтисодиёт институти ўқитувчиси, тел.: +998936959695. E-mail: [feruz-nazarov-88@mail.ru](mailto:feruz-nazarov-88@mail.ru)*

*Ортиқов Нурбек Рустамович - Қариш муҳандислик-иқтисодиёт институти ўқитувчиси, тел.: +998909650455.*

*Файзуллаев Нормурод Ибодуллаевич - Самарқанд давлат университети, тел.: +998905031447.*

УДК 664.2.25:676.28.052

**КОҒОЗЛАРНИ СИРТДАН ЕЛИМЛАШ УЧУН ЕЛИМ МАТЕРИАЛЛАР  
ТАЙЁРЛАШ МАҚСАДИДА ҚЎЛЛАНАДИГАН КРАХМАЛ ХОССАЛАРИГА  
ОКСИДЛАБ МОДИФИКАЦИЯЛАШНИНГ ТАЪСИРИНИ ЎРГАНИШ**

**Тиллоева Д.М., Шарипов М.С., Тухтаев С.**

***Бухарский государственный университет***

*Аннотация. Мақолада маккажўхори крахмалининг темир сульфати  $FeSO_4$  иштирокидаги оксидланиш жараёнида хоссалари ўзгаришини ўрганиш натижалари келтирилган. Шу нарса аниқландики, крахмал оксидланишида реагентлар ва крахмал концентрацияси ошиши билан елимларнинг барқарорлиги ошишига олиб келаркан. Бунда оксидланган крахмал мувозанат намлигининг натив крахмал намуналарига нисбатан бир мунча кам бўлиши билан характерланади.*

*Таянч сўзлар:* крахмал, елимланиш, оксидлаш, елим, сорбция, нисбий намлик.

**STUDY OF THE INFLUENCE OF OXIDATIVE MODIFICATION ON THE  
PROPERTIES OF STARCH WITH THE PURPOSE OF PREPARATION OF  
ADHESIVE MATERIALS FOR SURFACE ADHESIVE PAPER ON THE BASIS  
OF STARCH**

**Tillayeva D.M., Sharipov M.S., Tuxtayev S.**

***Bukhara state University***

*Annotation. This article presents the results of studying the properties of corn starch in the oxidation with hydrogen peroxide in the presence of  $FeSO_4$ . It has been established that an increase in the concentration of dry substances in dispersions of oxidized starch also leads to an increase in the strength of jellies. At the same time, the equilibrium moisture content of oxidized corn starch was somewhat lower than that of native starch samples.*

*Key words:* starch, sizing, oxidation, pastes, sorption, moisture.

## ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ОКИСЛИТЕЛЬНОЙ МОДИФИКАЦИИ НА СВОЙСТВА КРАХМАЛА С ЦЕЛЬЮ ПРИГОТОВЛЕНИЯ НА ЕГО ОСНОВЕ КЛЕЕВЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПОВЕРХНОСТНОЙ ПРОКЛЕЙКИ БУМАГ

Тиллаева Д.М., Шарипов М.С., Тухтаев С.А.

*Бухарский государственный университет*

**Аннотация.** В данной статье приведены результаты изучения свойств крахмала кукурузы при процессе окисления с перекисью водорода в присутствии  $FeSO_4$ . Установлено что увеличение концентрации сухих веществ в дисперсиях окисленного крахмала также приводит к возрастанию прочности студней. При этом равновесная влажность окисленного кукурузного крахмала имело значение несколько ниже, чем образцы нативного крахмала.

**Ключевые слова:** крахмал, проклейка, окисление, студни, сорбция, влажность.

**Введение.** Известно, что для поверхностной проклейки необходим крахмал, который имеет пониженную вязкость в сравнении с натуральным, повышенную стабильность и повышенную связующую способность. Это необходимо, чтобы дисперсии крахмала в клеильном прессе имели достаточно высокую концентрацию, были технологичными и сохраняли стабильность. Для крахмала принято использовать термин дисперсия, а не раствор, так как истинных растворов большинство модифицированных крахмалов после варки в воде не образует в силу не полной растворимости, поэтому принято использовать более общий термин «дисперсии» для как для модифицированных, так и натуральных крахмалов [1-3].

Для поверхностной проклейки наиболее часто применяют модифицированный химическим или физико-химическим способами крахмал. Примерно 60 % всего объема потребления модифицированных видов крахмалов приходится на долю окисленного. При окислении получают высокодисперсные коллоидные растворы с пониженной вязкостью, обладающие высокой адгезией, которые глубже проникают в поры бумаги, лучше склеивают волокна, дают более прочную пленку. Поэтому окисленный крахмал часто применяют в качестве основного связующего при поверхностной проклейке бумаги и дополнительного связующего в меловальных пастах [4, 5].

Требование пониженной вязкости к крахмальным дисперсиям для клеильного пресса связано не только с необходимостью повышать концентрацию крахмальных дисперсий до 5-8 %, иногда выше, что невозможно для натуральных крахмалов. Растворы природного, или немодифицированного, крахмала имеют слишком высокую вязкость для обыкновенной поверхностной проклейки, вследствие чего обычно применяются модифицированные крахмалы с более низкой вязкостью [6].

Растворы крахмала умеренно стабильны, но при старении наблюдаете некоторая деградация, которая выражается в том, что раствор начинает мутнеть, вязкость его увеличивается и даже при достаточно высокой концентрации может произойти желатинизация раствора. Деградация усиливается при низких значениях рН, низкой температуре, при наличии некоторых катионов (например, кальция или алюминия) и при медленном охлаждении. В этом отношении определенное влияние также оказывает выщелачивание глинозема из бумаги при прохождении ее через клей [7].

Необходимость снижения вязкости связана также с тем, что при снижении вязкости, то есть при снижении молекулярной массы крахмалов в ходе гидролитических реакций, снижается также склонность крахмальных дисперсий к ретроградации. Ретроградация, как известно, это процесс снижения растворимости крахмала, связанный с образованием ближнего и дальнего порядка между растворенными и диспергированными молекулами крахмала. Процесс ретроградации связан прежде всего с амилозной – линейной фракцией и выражается в микрокристаллизации, выпадении в осадок, в помутнении дисперсий крахмала, а также в студнеобразовании дисперсий крахмала. Для

кукурузного крахмала, где доля амилозной фракции выше, чем у картофельного или тапиокового крахмала процессы кристаллизации и студнеобразования выражены сильнее [8].

Целью данной работы является изучение влияния процесса окислительной модификации на свойства кукурузного крахмала, с целью использование его как клеев для поверхностной проклейки бумаг и процессе производства гофрированных картон. В основе технологии окисления крахмала лежит процесс обработки крахмальной суспензии или дисперсии окислительными реагентами, на пример перекисью водорода.

В процессе реакции окисления идет два принципиально важных процесса – снижение молекулярной массы крахмала за счет разрыва гликозидных связей и второе – образование из гидроксильных групп крахмала окисленных групп – карбоксильных и карбонильных. Снижение молекулярной массы приводит к снижению вязкости клейстеризованных дисперсий крахмала. А образование карбоксильных и карбонильных групп приводит к улучшению растворимости и стабильности дисперсий крахмала [9].

Это связано с тем, что карбоксильные и карбонильные группы в крахмале лучше взаимодействуют с водой в сравнении с гидроксильными (которые они частично заменили окислением) и за счет этого сила взаимодействия молекул амилозы с водой увеличивается, повышается растворимость амилозы, а процессы ретроградации, кристаллизации и студнеобразования уменьшаются. Процесс окисления можно вести как при невысокой температуре, ниже температуры клейстеризации крахмала (до 60°C), что обычно делают на крахмальных заводах [10].

**Объекты и методы исследования.** В качестве объекта исследования использовали кукурузный крахмал первого сорта по межгосударственному стандарту ГОСТ №32159-2013 [11] (содержание протеина 1,0 %, диоксид сери не более 50 мг/кг, крапин не более 500 шт/дм<sup>2</sup>, зольность 0,30 %, влажность 14,0 %) производства Ташкентского крахмалопаточного завода компании «Golden Corn» (Узбекистан). Все использованные реактивы квалификации «х.ч.» или «ч.д.а.».

Окисление кукурузного крахмала проводили в гетерогенных условиях водными растворами пероксида водорода в присутствии FeSO<sub>4</sub> при температурных режимах (35, 40, 50 °C) и времени проведения реакции 1 и 2 ч. Были исследованы процессы окисления кукурузного крахмала при различных условиях: рНисх. суспензии (1,2; 2,2; 6,0 и 9,0), концентрация пероксида водорода – от 0,19 до 0,40 %, сульфата (II) железа – от 0,07 до 0,35 % к СВ (сухие вещества) крахмала.

Реакцию окисления осуществляли следующим образом: навеску крахмала диспергировали в определенном объеме воды (концентрация суспензии крахмала 38 %), в которой предварительно был растворен катализатор, затем при постоянном перемешивании подогрели раствор до нужной температуры, после чего добавляли необходимое количество H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, затем термостатировали при фиксированной температуре заданное время. После этого окисленный крахмал отделяли от раствора на фильтре, промывали водой до нейтральной среды и сушили при температуре 50°C. Содержание карбоксильных и карбонильных групп определяли согласно методике [12].

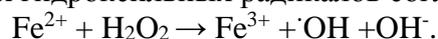
Реологические исследования подвергали образцы нативного и окисленного крахмалов (относительная вязкость клейстеров ( $\eta_{\text{отн}}=2,6$  и  $\eta_{\text{отн}}=1,9$ , вискозиметр марки ВПЖ – 1, диаметр капилляра 0,86 мм, температура 20°C). Метод сканирующей электронной микроскопии (СЭМ) является универсальным и объективным при изучении структуры, а также внешнего вида нативных и модифицированных крахмалов.

В настоящем исследовании метод сканирующей электронной микроскопии использовался для наблюдения изменения внешнего вида зерен крахмала в процессе его

окисления. Предварительно подготовленные образцы крахмала помещали на медный диск, напыляли слой платины в вакуумном испарителе JEOL JEE 44E. Исследование образцов крахмала проводили на сканирующем электронном микроскопе Jeol JSM 6380 Япония при ускоряющем напряжении 10 кВ и увеличениях 500-5500 х.

Измерения рентгеновского рассеяния образцами крахмала проводили на рентгеновском дифрактометре Дрон-3 с излучением  $\text{CuK}\alpha$  ( $\lambda=0,154$  нм, интервал углов  $2\theta$  4-36 с шагом 0,02). Образцы крахмала готовили методом холодного прессования таблеток.

**Результаты и их обсуждение.** Как правило, окисление полисахаридов пероксидом водорода проводят в присутствии катализатора ( $\text{Fe}^{2+}$ ), реакция при этом протекает по радикально-ионному механизму благодаря образованию редокс-системы между  $\text{Fe}^{2+}$  и  $\text{H}_2\text{O}_2$  и генерации свободных гидроксильных радикалов согласно реакции:



Понятно, что в отсутствие ионов  $\text{Fe}^{2+}$  крахмал взаимодействует с пероксидом водорода, образуя в конечном счете свободные радикалы ( $\cdot\text{OH}$ ) [13]. Образовавшиеся свободные радикалы отнимают атом водорода от крахмала, генерируя соответствующий макрорадикал, который взаимодействует с растворенным кислородом и дает соответствующий окисленный продукт. Очевидно, что скорость окисления и степень превращения крахмала при действии пероксида водорода в отсутствие катализатора значительно ниже.

Окисление кукурузного крахмала при  $\text{pH}_{\text{исх.}}$  суспензии 6,0 и 9,0 всегда сопровождалось снижением pH до 3,5-5,0, что обусловлено образованием карбоксильных групп в макромолекулах крахмала и деструкцией последних. В процессе окисления крахмала одновременно с окислением происходит деструкция его макромолекул. Под действием окислителя гидроксильные группы превращаются в альдегидные и при дальнейшем воздействии окислителя последние окисляются до карбоксильных кислотных групп. Установлено, что содержание карбонильных ( $-\text{CHO}-$ ) и карбоксильных ( $-\text{COOH}-$ ) групп характеризует степень окисления и деструкцию макромолекул крахмала.

По мнению некоторых исследователей, содержание вышеуказанных групп может служить показателем технологической пригодности окисленного крахмала, как клеящего компонента вещества, для бумажной промышленности [14]. В связи с этим была проведена измерения содержания карбонильных и карбоксильных групп в образцах крахмала, подвергнутых разной степени окисления. Результаты в таблице-1.

Таблица 1.

**Содержание карбонильных и карбоксильных в образцах крахмала, подвергнутых разной степени окисления (pH-6, температура 40°C,  $C_{\text{суспензии}}$ )**

№ - П/п-образца при концентрации суспензии крахмала 38 %	Условия окисление		Содержание крахмала		Прочность студня, грамм
	Концентрация $\text{H}_2\text{O}_2$ % к сухим веществам	Концентрация $\text{FeSO}_4$ % к сухим веществам	Карбонильных групп, мг/г крахмала	Карбоксильная группа % веществам	
1	0,19	0,07	0,26	0,10	1450
2	0,26	0,17	0,49	0,23	1600
3	0,30	0,26	0,82	0,31	1330
4	0,40	0,35	1,01	0,39	1300

Анализ содержания вышеуказанных карбонильных и карбоксильных групп проводили по методикам, изложенным в литературе [15]. Полученные результаты

свидетельствуют о том, что с увеличением концентрации перекиси водорода и +концентрации сернокислого железа в жидкой фазе суспензии крахмала наблюдается рост содержания карбонильных и карбоксильных групп. Следует отметить также, что повышение содержания -COOH- групп в крахмале незначительно и не превышает 0,38 % к сухим веществам крахмала. При этом, взаимосвязи прочности крахмально-сахарных студней образцов окисленного кукурузного крахмала и содержания в них -CHO- и -COOH- групп не наблюдается.

Таким образом, в результате проведенных исследований выявлена зависимость содержания -CHO- и -COOH- групп от концентраций окислителя и катализатора в жидкой фазе суспензии крахмала, а также установлено, что при данных режимах окисления взаимосвязь прочности студней окисленного крахмала и содержания в них карбонильных и карбоксильных групп отсутствует.

В процессе окисления крахмала происходит изменения как в аморфной, так и в кристаллической областях крахмального зерно. При этом наблюдается повышение степени кристалличности окисленного крахмала [16]. С целью выявления изменений, происходящих при окислении кукурузного крахмала, была изучена структура зёрен крахмала разной степени окисления. При этом был использован метод углового рассеяния рентгеновских лучей, изложенный выше об объект и методов исследований.

Исследованию подвергали образцы нативного и окисленного крахмалов, имеющих разные значения относительной вязкости дисперсий [17]. Согласно принятой классификации, по которой тип структуры зёрен крахмала характеризуется видом дифрактограммы, полученной при их рентгеноструктурном анализе, зёрна кукурузного крахмала по структуре относят к типу С [18]. Полученные дифрактограммы нативного и окисленного кукурузного крахмала представлены на рисунке 1.

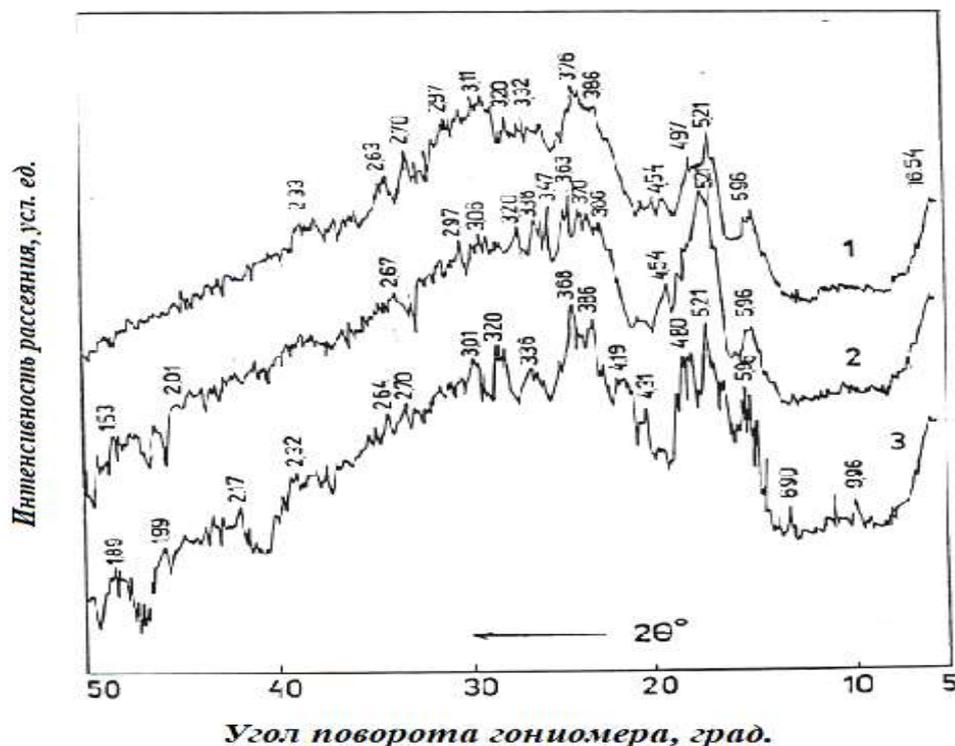


Рисунок 1. Дифрактограммы нативного и окисленного кукурузных крахмалов: 1 - нативный крахмал; 2 - окисленный крахмал;  $\eta_{\text{отн}}=2,6$ ; 3 - окисленный крахмал;  $\eta_{\text{отн}}=1,9$

Анализ дифрактограмм показывает, что в структуре зерен как нативного, так и окисленного крахмала имеются области с аморфной и кристаллической структурой. Дифрактограммы исходного и окисленных образцов имеют сходный вид, но отличаются по площади, характеризующей содержание аморфной и кристаллической частей крахмала.

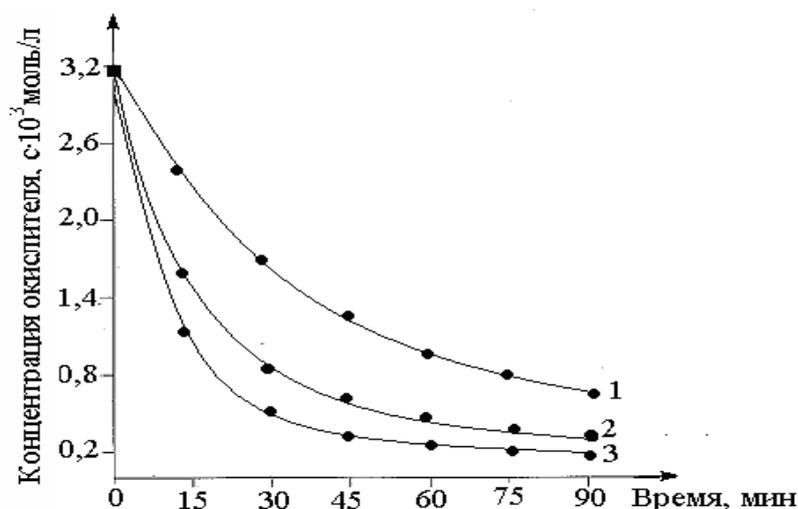
Известно, что степень кристалличности можно определить по отношению суммарного рассеяния кристаллитов к общему рассеянию от аморфных и кристаллических областей [19]. Установленная таким образом степень кристалличности для нативного кукурузного крахмала составила 27 %, для окисленных крахмалов: образец 2-29,8 %; образец 3-29,8 %.

Как видно, образцы окисленных крахмалов имеют степень кристалличности выше, чем образец нативного крахмала, что, очевидно, можно объяснить следующим образом. Как известно в ходе реакций под действием разных окислителей происходит деструкция макромолекул крахмала [20]. Вероятно, этот процесс с большей скоростью происходит в аморфных областях крахмальных зёрен, что приводит к увеличению доли рассеяния, приходящейся на кристаллическую часть крахмала. В связи с этим режиме окисления наблюдается повышение относительной кристалличности крахмала.

Для того, чтобы оценить долю убыли концентрации окислителя за счет реакции взаимодействия с нативном крахмалом, обработанную суспензию крахмала подвергали центрифугированию, в отделенный центрифугат вводили окислитель и измеряли скорость убыли его концентрации.

Если сравнить концентрации окислителя, достигаемые за одно и то же время для всех трех случаев, то получим, что, например, за 15 мин. реакции расход окислителя составил при 35°C 22,5 %, при 40°C - 53,75 %, а при 50°C – 65,31 %.

Таким образом, определенный вклад в общее ускорение убыли окислителя для механически обработанной суспензии вносит то обстоятельство, что часть примесей крахмала находится в экстрагированном растворенном или коллоидно-дисперсном состоянии и окисляется быстрее (рис.2). Как видно из рисунка 2., скорость реакции для окисленной крахмальной суспензии при 40-50°C выше, чем при 35°C. Так, одна и та же степень превращения окислителя достигается при 35°C за 90 мин., а при 40°C обработанной - за 60 мин.

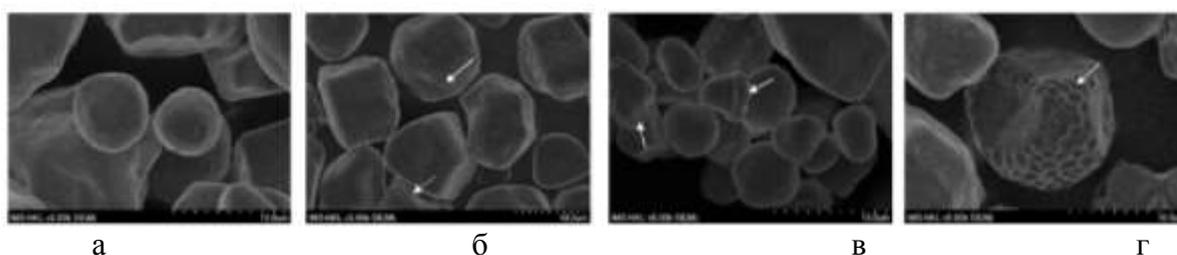


**Рисунок 2. Зависимость концентрации окислителя от времени:**  
 Для окислительно обработанной крахмальной суспензии (38%) при различных температурах 1-35, 2 – 40, 3- 50°C.

По истечении 60 мин. реакции скорость убыли окислителя в обоих случаях резко снижается, а кривые 2 и 3 значительно сближаются. Это связано с тем, что различие в

реакционной способности в предварительно обработанного крахмалов проявляется главным образом до тех пор, пока протекают поверхностные процессы, т.е. до наступления стадии окисления в объеме зерна, лимитируемой диффузией и это воспроизводится почти в равных температурах [21].

С целью изучения изменений в зернах крахмала в процессе окисления сняты снимки методом сканирующей электронной микроскопии. Сфотографирован нативный и окисленный модифицированный окислителем (рис.3.). Микрофотографии, сделанные с помощью сканирующего электронного микроскопа, показывают интенсивно больших дифференцирований в гранулах крахмала.



**Рисунок 3. Микрофотографии нативный и окисленный модифицированный окислителем зерн крахмала сделанные с помощью сканирующего электронного микроскопа**

Микрофотографии всех образцов окисленного крахмала дают возможность обнаруживать изменения на поверхности гранул крахмала, которых нельзя избежать в любом процессе модификации (рис.3). Эти изменения на поверхности гранулы крахмала не желательны из-за большей поверхности соприкосновения крахмала с реактивом.

Гранулы окисленных крахмалов по виду были более нежными, что это вероятно связано с более низкой вязкостью и следовательно низкой молекулярной массой окисленных крахмалов. Анализ микрофотографий окисленных крахмалов не объясняет различия в удобоваримости. Активирующее действие окислителя подтверждается микроскопическими наблюдениями, видно, что по мере увеличения концентрации окислителя в растворе и температуры реакционной смеси зерна крахмала претерпевают все большие изменения. Зерна крахмала постепенно теряют сферическую форму, в них появляются и развиваются углубления, изломы как подтверждается в работе [22].

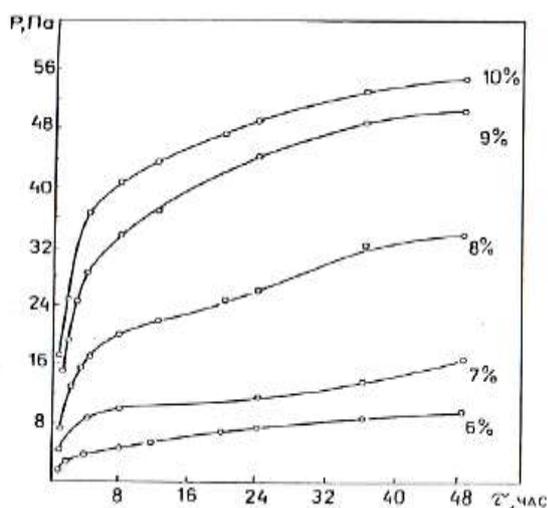
Таким образом, результаты исследования показывают, что процесс окисления приводит к уменьшению вязкости и молекулярную массу цепи окисленного крахмала. Крахмал, предназначенный для поверхностной проклейки, перед употреблением должен быть нагрет в воде до температуры 88—99° в течение примерно 10—20 минут. Во время нагревания гранулы крахмала поглощают воду, набухают, также часть гранул растворяется, и гранула начинает распадаться.

Степень механического разложения гранул и вязкость раствора крахмала зависят от типа крахмала, степени модификации, продолжительности и температуры нагревания и интенсивности перемешивания. Этих факторов надо учитывать при изучении гигроскопических и реологических свойствах [23].

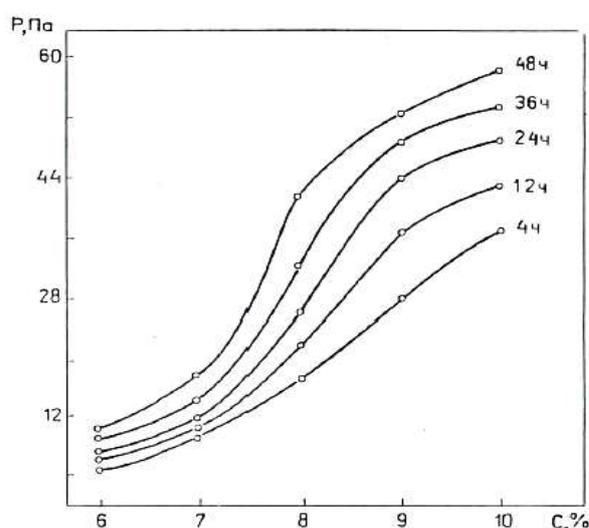
Водный дисперсии крахмала обладают способностью образовывать студни, что связывают со строением и химической природой его полисахаридов. Разбавленные крахмальные клейстеры менее переходят в гель, но при более высоких концентрациях сухих веществ гель легко образуется даже из диспергируемого крахмала. Свойства студней крахмалов зависят от содержания в них линейного полисахаридного компонента, размера молекул, концентрации дисперсии продолжительности застудневания и других

факторов. Известно, что прочность студней зависит от переплетения крахмальных молекул, особенно молекул с прямыми цепочками амилозы. Считают, что прочностные свойства структурированных дисперсий крахмала характеризуются предельными напряжением сдвига [24].

В этой связи, было изучено изменение предельного напряжения сдвига студней окисленного кукурузного крахмала в зависимости от концентрации дисперсий и продолжительности студнеобразования. Результаты исследований представлены в виде кривых зависимостей в координатах «предельное напряжение сдвига – продолжительность», «предельное напряжение сдвига - концентрация» на рисунках 4 и 5. Исследованию подвергали образцы окисленного кукурузного крахмала с относительной вязкостью дисперсии  $\eta = 1,9$ . Определение предельного напряжения сдвига проводили с помощью конического пластометра по известной методике, изложенной в литературе [25].



**Рисунок 4. Кривые зависимостей в координатах «предельное напряжение сдвига — продолжительность»**



**Рисунок 5. Кривых зависимостей в координатах «предельное напряжение сдвига — концентрация»**

Увеличение концентрации сухих веществ в дисперсиях окисленного крахмала также приводит к возрастанию прочности студней (рис.5). Результаты проведенных опытов свидетельствуют о том, что студни окисленного кукурузного крахмала обладают большой прочностью. В результате повышения концентрации сухих веществ и продолжительности выдержки студней раствор приводит к увеличению их прочности. Значительное увеличение прочности наблюдается впервые 24 час далее прочность студней изменяется незначительно.

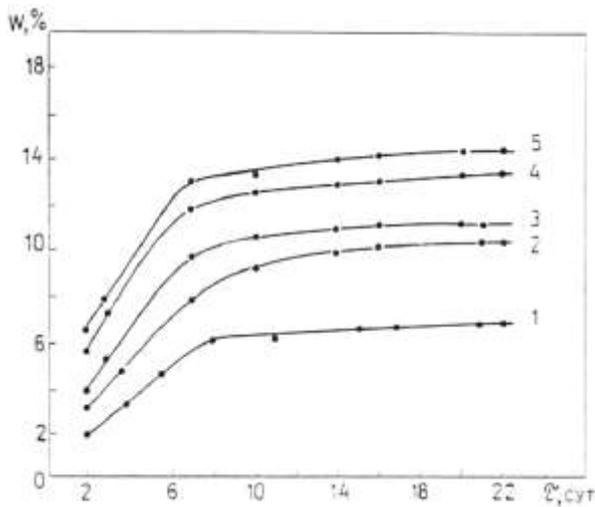
Установлено, что при окислении крахмала снижается прочность его зёрен, что можно объяснить разрушением или ослаблением внутри- и межмолекулярных связей. Это приводит к увеличению растворимости и понижению водоудерживающей способности крахмала.

Крахмал как капиллярно-пористое тело является гигроскопичным продуктом и при обычных условиях способен поглощать влагу [27]. Для выяснения условий хранения кукурузного крахмала в складских помещениях необходимо знать его равновесную влажность при разной относительной влажности воздуха.

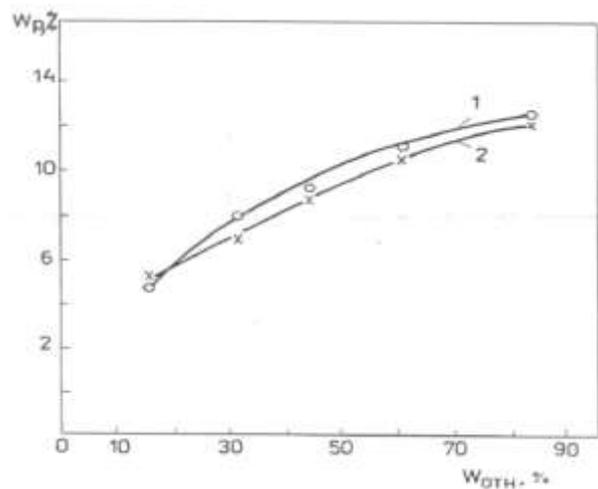
С этой целью нами была изучена изменения способности кукурузного крахмала при окислении сорбировать влагу при комнатной температуре и различной относительной

влажности воздуха [28]. Для исследований были взяты образцы нативного и окисленного нами кукурузного крахмала с  $H_2O_2$  в присутствии катализатора  $FeSO_4$ , имеющие степень кристалличности соответственно 24,5 % и 29,7 %.

Результаты исследований в виде кривых зависимости количества поглощенной крахмалом влаги от продолжительности выдержки образцов при разной относительной влажности воздуха представлены на рисунках 6 и 7. Оба крахмала при изменении относительной влажности воздуха от 15 % до 75 % интенсивно сорбировали влагу впервые 6 суток и через 10-12 суток достигли своего равновесного состояния. Повышение относительной влажности воздуха привело к увеличению равновесной влажности нативного и окисленного крахмалов. При этом равновесная влажность окисленного кукурузного крахмала имела значение несколько ниже, чем образцы нативного крахмала.



**Рисунок 6.** Кривые зависимости количества поглощенной крахмалом влаги от продолжительности выдержки



**Рисунок 7.** Зависимости  $W_p$  от  $W_{отн}$

Полученные результаты свидетельствуют о том, что при неизменном значении относительной влажности воздуха равновесная влажность продукта зависит, главным образом, от состава и структуры продукта, что подтверждается и некоторыми литературными данными исследований [29-30]. Обработка крахмала окислителем приводит к повышению относительной кристалличности – это оказывает влияние на способность крахмала сорбировать влагу и приводит к уменьшению его равновесной влажности.

Установлено, что при относительной влажности воздуха 45-75 %, которая соответствует влажности исследованных образцов крахмала, существенных различий не имеет и составляет соответственно от 12 до 13 %. Но следует отметить, что равновесная влажность кукурузного крахмала близка к соответствующему показателю для кукурузного крахмала.

**Выводы.** Таким образом, в результате проведенных исследований выявлена зависимость сорбции влаги нативным и окисленным кукурузным крахмалом от относительной влажности воздуха и от продолжительности выдержки. В процессе реакции окисления идет два принципиально важных процесса – снижение молекулярной массы крахмала за счет разрыва гликозидных связей и второе – образование из гидроксильных групп крахмала окисленных групп – карбоксильных и карбонильных.

Снижение молекулярной массы приводит к снижению вязкости клейстеризованных

дисперсий крахмала. Образование карбоксильных и карбонильных групп приводит к улучшению растворимости и стабильности дисперсий крахмала. Это связано с тем, что карбоксильные и карбонильные группы в крахмале лучше взаимодействуют с водой в сравнении с гидроксильными группами, за счет этого сила взаимодействия молекул амилозы с водой увеличивается, повышается растворимость амилозы, процессы ретроградации, кристаллизации и студнеобразования уменьшаются. Полученные данные дают возможность использовать окисленных крахмалов для приготовления на их основе клеевых материалов при производстве бумаг и картон.

#### Литература:

1. Копыльцов А.А. Применение крахмала в производстве бумаги и картона. М.: ОАО «ГПП Российские крахмалопродукты», 2006. 42 с.
2. Мишурина О.А., Жерякова К.В., Муллина Э.Р. Химические аспекты влияния гидрофильных и гидрофобных компонентов на эффективность проклейки бумаги // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2015. № 6–1. С. 83–85.
3. Воробьева В.А. Второй шанс старой бумаги: инструкция по созданию бизнеса по переработке макулатуры // Экопрогресс. Журнал об экологии и переработке. 2012. № 9. С. 13–15.
4. Копыльцов А.А. Применение крахмала в производстве бумаги и картона. – Москва, 2006. – 42 с.
5. Копыльцов А.А. Значение типа крахмала и способа катионизации при использовании катионного крахмала в производстве бумаги и картона // Целлюлоза. Бумага. Картон. 2006. № 2. С. 40–43.
6. Руськина А.А., Попова Н.В., Науменко Н.В., Руськин Д.В. Анализ современных способов модификации крахмала как инструмента повышения его технологических свойств // Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии». – 2017. – Т. 5, № 3. – С. 12–20.
7. Муллина Э.Р., Мишурина О.А., Чупрова Л.В., Ершова О.В. Влияние химической природы проклеивающих компонентов на гидрофильные и гидрофобные свойства целлюлозных материалов // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 6. – С. 250-253.
8. Коптелова Е.К., Кузьмина Л.Г., Гулакова В.А., Лукин Н.Д. Оценка амилорезистентности крахмалов различного происхождения и модификации// Достижения науки и техники АПК. 2017. Т. 31. № 5. –С.60-62.
9. Tran T., Piyachomkwan K., Sriroth K. Gelatinization and thermal properties of modified starches // Starch/Starke, 2007, 59, pp. 46-55.
10. Karim A.A., Norziah M.H., Seow C.C. Methods for the study of starch retrogradation // Food Chemistry, 2000. 71, pp. 9-36.
11. Крахмал кукурузный. Общие технические условия. Межгосударственный стандарт ГОСТ №32159-2013 // М.: Стандартиформ, 2019. 24 с.
12. Zhang S.D., Zhang Y.R., Wang X.L., Wang Y.Z. High Carbonyl Content Oxidized Starch Prepared by Hydrogen Peroxide and Its Thermoplastic Application // Starch/Starke, 2009, v 61, pp. 646-655.
13. Tolvanen P., Maki-Arvela P., Sorokin A.B., Salmi T., Murzin D.Y. Kinetics of starch oxidation using hydrogen peroxide as an environmentally friendly oxidant and an iron complex as a catalyst // Chemical Engineering Journal, 2009. 154, pp. 52-59.

14. Смирнова Е.Г., Добрусина С.А., Зайцева Е.А. Влияние поверхностной проклейки окисленным крахмалом на старение бумаги для офсетной печати // ИВУЗ. «Лесной журнал». 2010. № 4. – С.115-119.
15. Kuakpetoon D., Wang Y.J. Structural characteristics and physicochemical properties of oxidized corn starches varying in amylose content // Carbohydrate Research, 2006, 341. pp. 1896-1915.
16. Gidler M.G. Starch Structure/Function Relationships: Achievements and Challenges // Starch: advances in structure and function. – Great Britain: Royal Society of Chemistry, 2001. pp. 1–7.
17. Тиллаева Д.М., Шарипов М.С. Изучение структурных изменений кукурузного крахмала в результате окисления методом рентгеноструктурного анализа // Матер. респ. науч-практ. конф. “Перспективы и развитие химии природных соединений в Узбекистане”, Ташкент, 2021. –С.142-143.
18. Zhang S.D., Zhang Y.R., Zhu J., et al. Modified corn starches with improved comprehensive properties for preparing thermoplastics// Starch/Starke, 2007, 59, pp. 258-268.
19. Kuakpetoon D., Wang Ya.-J. Structural characteristics and physicochemical properties of oxidized corn starches varying in amylose content // Carbohydrate Research, 2006. v.341, pp. 1896–1915
20. Chavez-Murillo C.E., Wang Y.-J., Bello-Perez L.A. Morphological, physicochemical and structural characteristics of oxidized barley and corn starches. // Starch/Starke, 2008. 60, pp. 634–645.

*Тиллоева Дилдора Муродиллоевна – научный соискатель, преподаватель кафедры общей и неорганической химии Бухарского государственного университета. Тел.: (+99865)221-28-96, (+99897)280-91-23 (с.). E-mail: [ximiya@mail.ru](mailto:ximiya@mail.ru).*

*Шарипов Музафар Самандарович - кандидат технических наук, доцент кафедры общей и неорганической химии Бухарского государственного университета. Тел.: (+99865)221-28-96, (+998999)387-81-34 (с.). E-mail: [m.s.sharipov@buxdu.uz](mailto:m.s.sharipov@buxdu.uz)*

*Тухтаев Сардор - студент 3-курса по направлению 5140500 – Химия. Факультет естественных наук Бухарского государственного университета.*