

Рисунок 11 – Обработка низа рукава и низа изделия на пристегивающуюся на контактную ленту

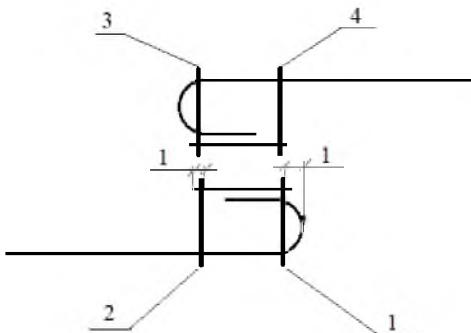


Рисунок 12 – Соединение изделия с подкладкой по внутреннему срезу подборта при пристегивании подкладки на контактную ленту



Рисунок 13 – Внешний вид зеркального пиджака

Обработка воротника также отличается от классической обработки в мужском пиджаке. Во первых, нижний воротник выполнен из основной ткани; во вторых – верхний и нижний воротники втачиваются в один прием, как в легком ассортименте; шов втачивания воротника заутюживается в сторону подборта и обтачки горловины спинки. В третьих, шов втачивания воротника настрачивается на горловину. Все швы изделия могут обметываться или окантовываться. В результате после приклеивания зеркал получается изделие, представленное на рисунке 13. Апробация и внедрение разработанных методов обработки проводились на ЧПУП «Световые Решения «ЭТЭРЭ», г. Брест.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Технология изготовления швейных изделий костюмно-пальтового ассортимента: учебное пособие / Р. Н. Филимоненкова,, Н. П. Гарская, Е. М. Ивашкевич, Н. Н. Бодяло; УО "ВГТУ". - Витебск: УО "ВГТУ", 2002. - 163 с.
2. Технология одежды из различных видов материалов: учебно-методическое пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по спец. 1-50 01 02 "Конструирование и технология швейных изделий" / Н. Н. Бодяло,, В. Т. Голубкова, Р. Н. Филимоненкова и др.; УО "ВГТУ". - Витебск, 2014. - 176 с.

УДК 677.047.2

## ВОЗМОЖНОСТИ ФЕРМЕНТНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ РАСШЛИХТОВКИ ХЛОПЧАТОБУМАЖНЫХ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Ясинская Н.Н., Скобова Н.В., Ленько К.А.  
УО «Витебский государственный технологический университет»

Биотехнологии используются на всех технологических фазах отделочного производства и во всех случаях универсально решают одновременно две задачи – повышение экологичности и экономичности процессов, выигрывая конкуренцию с классическими химическими и физико-химическими методами воздействия. В ряде случаев биотехнологии удачно сочетаются, дополняя классическую технологию.

Наибольшее практическое применение из всех биотехнологий в отделочном производстве находят энзиматические технологии, основанные на использовании природных катализаторов – ферментов (энзимов) гидролитического (разрушительного) типа.

Большая часть ферментных препаратов являются термонестабильными, однако существует ряд энзимов, способных выдерживать высокую температуру (до 100 °C) и высокую щелочность (до pH 12). Так, применение термостабильных **амилаз** позволяет совмещать операции подготовки в непрерывных методах беления в технологии отделки текстильных материалов.

В исследованиях активности препаратов амилолитической группы принимали участие препараты фирмы ООО «Фермент» (таблица 1):  $\alpha$ -амилазы ( $\alpha$ -глюкозидная связь в крахмале).

Таблица 1 – Ассортимент ферментных препаратов ООО «Фермент»

Название фермента	Характеристики
1. Средство ферментное технологическое универсальное «Энзитекс АС»	Рабочий pH: 4,5-7,5, оптимум 5,0- 6,0 Рабочая Температура, °C: 30-90, оптимум 60- 80 Активность, не менее: $\alpha$ -амилаза - 800 ед/г Термостабильная амилаза
2. Средство ферментное технологическое универсальное «Энзитекс А»	Рабочий pH: 5,0-8,0, оптимум 5,5- 7,0 Рабочая Температура, °C: 30-70, оптимум 40- 60 Активность, не менее: $\alpha$ -амилаза - 600 ед/г Не термостабильна

Прежде чем приступить к выделению фермента, необходимо избрать и тщательно отработать метод определения активности, под контролем которого производится выбор наиболее эффективных приемов очистки ферментов, а затем и выполнение последовательных стадий его препаративного получения. Активность фермента меняется при различных условиях реакции и зависит от температуры, pH среды, от концентраций субстратов и кофакторов. Учитывая это необходимо строго соблюдать одни и те же условия. Количество субстрата, превращаемого в условиях теста по определению активности фермента, должно быть пропорционально количеству последнего и времени инкубирования. Если же нет такой пропорциональности, то активность рассчитывают по предварительно построенному калибровочному графику, отражающему зависимость скорости реакции от количества единиц фермента. Когда ход реакции не линеен во времени, следует определять начальную скорость реакции (по тангенсу угла наклона касательной к начальному отрезку кривой превращения). Для этого легче всего применять такие методы изменения активности, которые позволяют непрерывно следить за ходом превращения во времени: спектрофотометрические методы, потенциометрические, поляографические и т.п [1].

В работе использован спектрофотометрический метод анализа активности препаратов. Этот метод отличается высокой чувствительностью, быстрой определения, малым расходованием фермента и реагентов и позволяет следить за течением реакции во времени. Для этого реакционную смесь помещают в кювету, вставленную в термостатируемый кюветодержатель. Через малый промежуток времени после добавления фермента (или субстрата) и быстрого перемешивания измеряют поглощение при длине волны, характерной для используемого субстрата или конечного продукта, образующегося в данной реакции.

Проведены исследования ферментных препаратов белорусского производства ООО «Фермент» на  $\alpha$ -амилазную активность, согласно ГОСТ 20264.4-89. Метод основан на оценке изменения цветности йодкрахмального комплекса под влиянием амилолитических ферментов, способствующих гидролизу  $\alpha$ -1,4-гликозидных связей в макромолекуле амилозы крахмала до декстринов различной молекулярной массы [2].

За единицу активности амилолитических ферментов принято количество ферментов, которое в строго определенных условиях (температура, рН, времени действия) катализирует до декстринов различной молекулярной массы 1 г растворимого крахмала, что составляет 30 % от введенного в реакцию.

Для определения амилолитической активности приготовлены следующие реагенты: 1 % раствор крахмала (субстрат), ацетатный буферный раствор с рН=6 (вместо фосфатного буфера), 0,1M HCl, основной раствор J<sub>2</sub> в KJ, из которого готовили рабочий раствор йода. Перед анализом проводили разведение фильтрата культуральной жидкости. Ферментативная реакция гидролиза крахмала проводилась при 30°C, рН=6, продолжительность реакции 10 мин. В две пробирки вносили по 10 мл 1 % раствора крахмала, выдерживали при 30 °C 10 мин, затем, не вынимая пробирок из водяной бани, в первую добавляли 5 мл дистиллированной воды (контрольная проба), а во вторую 5 мл ферментного препарата, предварительно нагретых до 30 °C, смесь быстро перемешивали и выдерживали еще 10 мин при этой температуре. Отбирали 0,5 мл анализируемого раствора, переносили в колбу с 50 мл рабочего раствора йода в 0,1 M растворе HCl. Активность ферментов определяли по оптической плотности растворов, измеренной на спектрофотометре Solar PB2201 при длине волны 650 нм, применяя кюветы толщиной 1 см [3]. Количество прогидролизованного крахмала в граммах и амилолитическую активность в ед/мл ферментного препарата определяли расчетным путем по формуле 1.

$$m = \frac{D_1 - D_2}{D_1} \cdot 0,1, \quad (1)$$

где D<sub>1</sub> - оптическая плотность контрольного раствора;

D<sub>2</sub> - оптическая плотность опытного раствора;

0,1 - масса крахмала, взятая для анализа, г.

Амилолитическую активность в ед/г для препаратов бактериального происхождения и в ед/см для культуральной жидкости вычисляют по формуле 2:

$$AC = \frac{5,885m + 0,001671}{m_1} \cdot 1000, \quad (2)$$

где m<sub>1</sub> - масса ферментного препарата, содержащаяся в 5 см<sup>3</sup> рабочего раствора, мг;

Проведены экспериментальные исследования влияния параметров среды на катализическую активность выбранных технологических препаратов α-амилазы (таблица 1): температуры среды, рН среды, концентрации используемого препарата, длительность реакции.

Температура является важнейшим фактором, влияющим на катализическую активность ферментов. При изучении влияния температуры рабочего раствора на активность препарата длительность выдержки подготовленных проб на водяной бане составляла 10 минут, рН=6. Анализ графиков на рисунке 1 показывает, что для термостабильной амилазы максимальная активность препарата достигается при рабочей температуре среды 60-80 °C. При температуре 40 °C препарат имеет низкую активность, при максимально возможной температуре 100 °C активность падает (в 1,5 раза снижение), более длительная обработка в течение 20 минут приводит к дезактивации препарата. Это объясняется, прежде всего, происходящей денатурацией ферментного белка, в результате которой нарушается пространственная структурная организация молекул фермента, вследствие чего разрушается структура активного центра фермента.

Для термонестабильной амилазы рекомендуемой температурой рабочего раствора является 40-50 °C, при которой достигается максимальная активность препарата. Полученные результаты подтверждают заявленные производителем характеристики препарата.

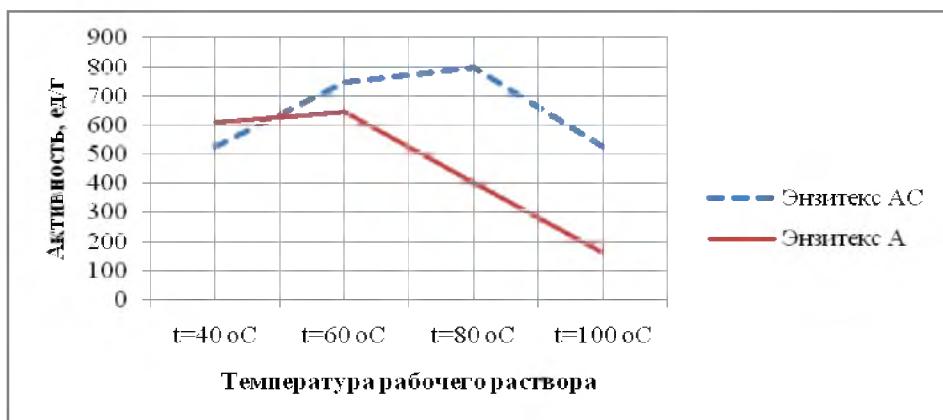


Рисунок 1 - Вплив температури робочого розчину на активність препарату амілолітическої групи

Ферменти, як і будь-які білки, чутливі до значення pH середи. Від концентрації водородних іонів ( $H^+$ ) залежить іонізація функціональних груп в молекулі білка ферменту. Кожний фермент ефективно працює лише в певному діапазоні значень реакції середи, всередині якого існує інтервал її оптимальних значень, коли фермент відображає максимальну активність. При дослідженні впливу pH середи на каталітическу активність препарату підготовлені проби відтримувалися на водяній бані при температурі 60 °C (на основі результатів попереднього досліду) впродовж 10 хвилин, підготовлювали розчин з дуже кислою, кислою, нейтральною та щелочною середами. Результати представлені на рисунку 2.

Аналіз графіка показує, що зміна реакції середи спричиняє зміну ступеня дисоціації та протонування різноманітних хіміческих груп молекули ферментного білка і, відповідно, її сумарного заряду, що влече за собою зміну конформації поліпептидної ланцюга. Це відбувається на здатності ферменту присоединятися до субстрату. Зоной оптимуму для обох препаратів є pH=5-6. Сдвиг реакції середи в сторону від її оптимальних значень (pH=4-5 та pH=6-7) спричиняє замінення швидкості ферментативної реакції, т.е. до зниження частки каталітически активної форми ферменту. При крайніх значеннях pH середи (очевидно кисла (pH=2-3) та щелочна (pH=9-10)) порушується стабільність молекул ферменту внаслідок денатурації просторової структурної організації поліпептидних ланцюгів. Ферменти повното теряють свою каталітическу активність.

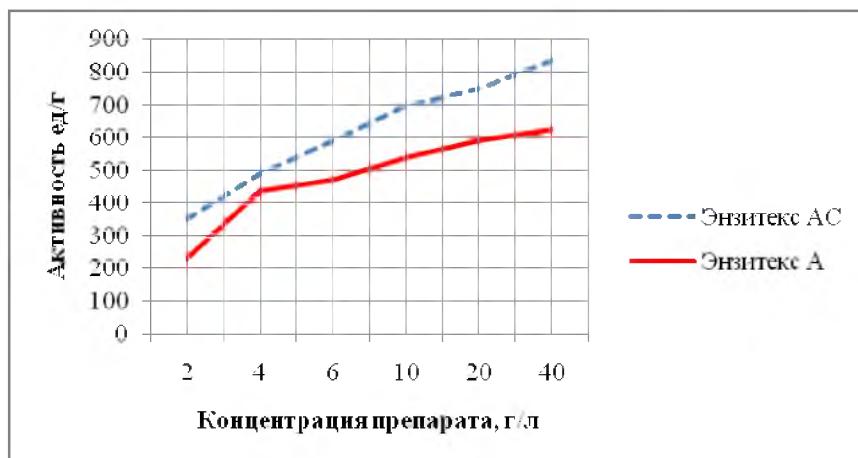


Рисунок 2 – Вплив pH середи на активність препарату амілолітическої групи

При изучении влияния концентрации препарата на его катализическую активность подготавливались пробы, выдерживались на водяной бане при температуре 60 °C в течение 10 минут, pH=6. Результаты исследований представлены на рисунке 3.

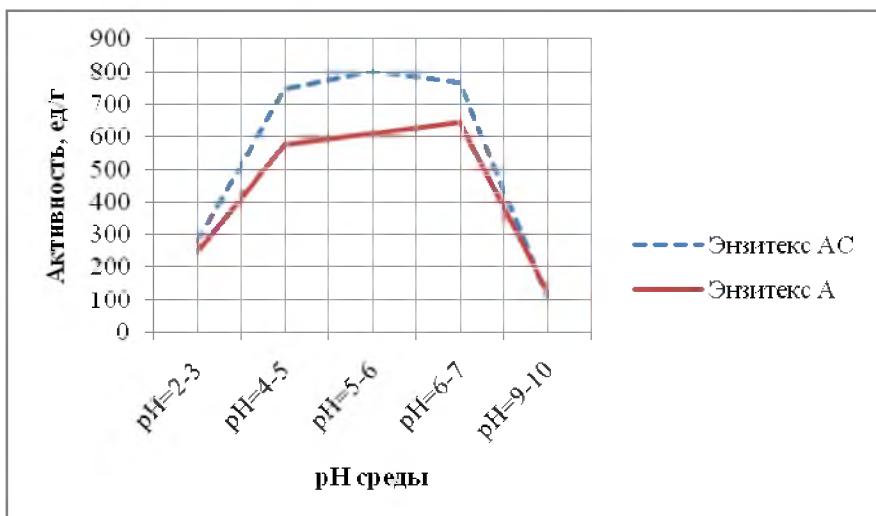


Рисунок 3 – Влияние концентрации ферментного препарата на его катализическую активность

Анализ графика показывает, что с увеличением концентрации препарата скорость реакции возрастает, катализическая активность препаратов в выбранном диапазоне исследований повышается и достигает максимальных значений при 40 г/л. Однако ограничивающим фактором в данном исследовании является время (10 минут). С увеличением длительности реакции максимальной катализической активности препаратов можно достичь и при меньших концентрациях.

С целью определения влияния температуры рабочего раствора на качество расшлихтовки проведены исследования биообработки хлопчатобумажной ткани (арт.854 - 100% хлопок) термостабильной Амилазой АС в условиях ОАО «Барановичское ПХБО». Качественно эффективность расшлихтовки оценивали по наличию крахмала на ткани с помощью йодокрахмальной пробы. На смоченную ткань наносили каплю раствора, содержащего 0,1 г йодистого калия в 100 мл воды. При наличии на ткани крахмала в месте соприкосновения раствора с тканью проявляется синее пятно. Интенсивность окраски зависит от количества присутствующего крахмала. Результаты визуальной оценки (рисунок 4) показали, что наилучший результат достигается при проведении биорасшлихтовки при температуре рабочего раствора 60-80°C, или, при максимальной активности препарата.

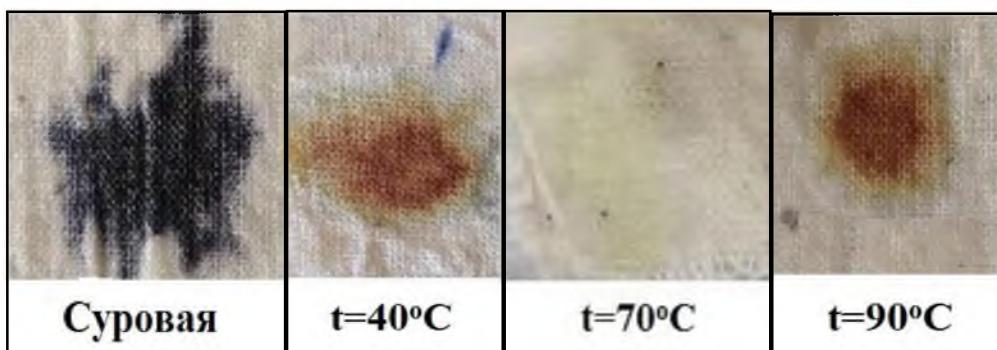


Рисунок 4 – Оценка качества расшлихтовки обработанных Амилазой АС образцов 2 йодокрахмальной пробой при различной температуре рабочего раствора

Выводы:

1. Проведен анализ существующих ферментных препаратов амилолитической группы, используемых в текстильном производстве, определено направление использование препаратов данной группы.

2. Проведены экспериментальные исследования влияния технологических параметров среды на каталитическую активность препаратов  $\alpha$ -амилазы белорусского производства ООО «Фермент». Установлено, что максимальную активность  $\alpha$ -амилазы проявляют при pH среды 5-6, с концентрацией 40 г/л при кратковременной реакции (не более 10 мин), при температуре 60-80 °C для препарата Энзитекс АС и 60 °C для Энитекс А.

3. Проведены исследования биообработки хлопчатобумажной ткани термостабильной Амилазой АС в условиях ОАО «Барановичское ПХБО» с целью определения влияния температуры рабочего раствора на качество расщепления. Установлено, что наилучший результат достигается при проведении биорасщепления при температуре рабочего раствора 60-80°C, или, при максимальной активности препарата.

ЛИТЕРАТУРА

1. Амилолитические ферменты и препараты на их основе [Электронный ресурс] / Режим доступа / [https://studwood.ru/1751830/tovarovedenie/amiloliticheskie\\_fermenty\\_preparyaty\\_osnove/](https://studwood.ru/1751830/tovarovedenie/amiloliticheskie_fermenty_preparyaty_osnove/). – Дата доступа : 26.08.2020;

2. Чешкова, А.В. Ферменты и технологии для текстиля, моющих средств, кожи, меха: учебное пособие / А.В. Чешкова. – Иваново : ГОУВПО «ИГХТУ», 2007. – 280 с;

3. Влияние температуры и pH среды на активность ферментов [Электронный ресурс] / Режим доступа / [https://studref.com/595149/ekologiya/vliyanie\\_temperatury\\_sredy\\_aktivnosti\\_fermentov/](https://studref.com/595149/ekologiya/vliyanie_temperatury_sredy_aktivnosti_fermentov/). – Дата доступа : 26.08.2020.

**СЕКЦІЯ 4**

**«ТЕХНОЛОГІЧНІ ЗАСОБИ ВДОСКОНАЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИН,  
МЕХАНІЗМІВ, ВУЗЛІВ, ОСНАЩЕННЯ ВЕРСТАТІВ»**

УДК 539.3

**ВИМУШЕНИ КОЛІВАННЯ СИСТЕМИ З ОДНИМ СТУПЕНЕМ  
ВІЛЬНОСТІ НА НЕЛІНІЙНО-ПРУЖНИЙ ОПОРІ**

Бабенко А.Є. д.т.н., проф., Боронко О.О. д.т.н., проф., Лавренко Я.І. к.т.н., доц.  
Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського, м. Київ

У зв'язку з вдосконаленням сучасних медичних центрифуг кількість їх обертів сягає більше десятка тисяч за хвилину, що спричиняє суттєві вібрації, які потрібно гасити для надійної роботи машин. Для цього і використовуються автобалансири-демпфери. Тому актуальною задачею є визначення жорсткості та амплітуди коливань пружних опор при динамічних навантаженнях.

Зразок демпфера довжиною 30 мм та діаметром 30 мм (рис. 1) встановлюється між паралельними захватами випробувальної машини TIRAtest-215 і поступово навантажується безперервно зростаючою силою  $F$ . Швидкість навантаження становила 50 мм/хв. Це забезпечило рівномірне навантаження зразка та запис діаграми (рис.2). Випробування проводились при жорсткому режимі навантаження. Деформація відносно довжини зразка становила 25%. Максимальне зусилля при даній величині деформації становить 261,7 Н. Прослідковується жорстка нелінійність.