

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

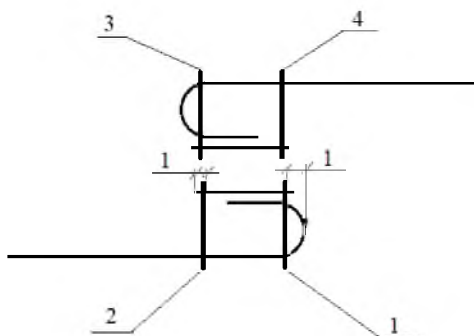


Рисунок 12 – Соединение изделия с подкладкой по внутреннему срезу подборта при пристегивании подкладки на контактную ленту



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., Ленъко 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 °С) 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 амиллолитической 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, °С: 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, °С: 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 линейен 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, полярографические и т.п [1].

В работе использован спектрофотометрический метод анализа активности препаратов. Этот метод отличается высокой чувствительностью, быстротой определения, малым расходом фермента и реактивов 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 амиллитических 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, pH, 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 реактивы: 1 % раствор крахмала (субстрат), ацетатный буферный раствор с pH=6 (вместо фосфатного буфера), 0.1М HCl, основной раствор I<sub>2</sub> в KI, из которого готовили рабочий раствор йода. Перед анализом проводили разведение фильтрата культуральной жидкости. Ферментативная реакция гидролиза крахмала проводилась при 30°C, pH=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 М 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 каталитическую активность выбранных технологических препаратов α-амилазы (таблица 1): температуры среды, pH среды, концентрации используемого препарата, длительность реакции.

Температура является важнейшим фактором, влияющим на каталитическую активность ферментов. При изучении влияния температуры рабочего раствора на активность препарата длительность выдержки подготовленных проб на водяной бане составляла 10 минут, pH=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.

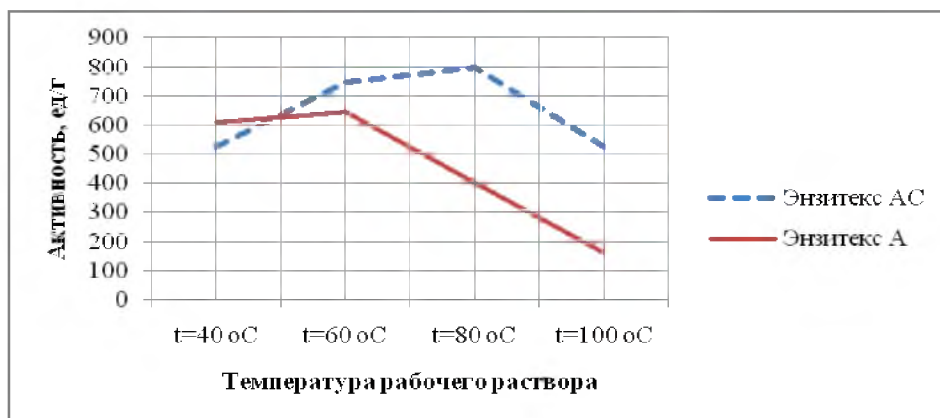


Рисунок 1 - Влияние температуры рабочего раствора на активность препарата амилаолитической группы

Ферменты, как и любые белки, чувствительны к значению рН среды. От концентрации водородных ионов ( $H^+$ ) зависит ионизация функциональных групп в молекуле белка фермента. Каждый фермент эффективно работает лишь в определенном диапазоне значений реакции среды, внутри которого существует интервал ее оптимальных значений, когда фермент проявляет максимальную активность. При исследовании влияния рН среды на каталитическую активность препарата подготовленные пробы выдерживались на водяной бане при температуре 60 °C (на основании результатов предыдущего опыта) в течение 10 минут, подготавливали раствор с очень кислой, кислой, нейтральной и щелочной средой. Результаты представлены на рисунке 2.

Анализ графика показывает, что изменение реакции среды вызывает изменение степени диссоциации и протонирования различных химических групп молекулы ферментного белка и, следовательно, ее суммарного заряда, что влечет за собой изменение конформации полипептидной цепи. Это сказывается на способности фермента присоединять субстрат. Зонай оптимума для обоих препаратов является рН=5-6. Сдвиг реакции среды в сторону от ее оптимальных значений (рН=4-5 и рН=6-7) вызывают замедление скорости ферментативной реакции, т.е. к снижению доли каталитически активной формы фермента. При экстремальных значениях рН среды (очень кислая (рН=2-3) и щелочная (рН=9-10)) нарушается стабильность молекул фермента вследствие денатурации пространственной структурной организации полипептидных цепей. Ферменты полностью теряют свою каталитическую активность.

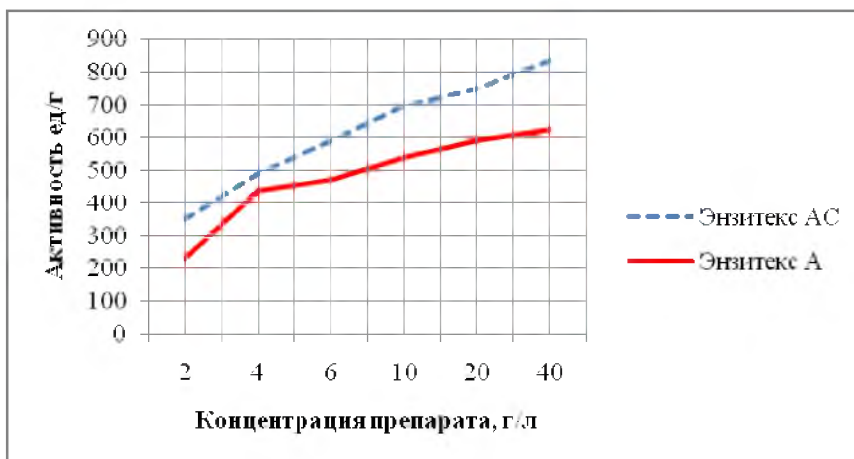


Рисунок 2 – Влияние рН среды на активность препарата амилаолитической группы

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

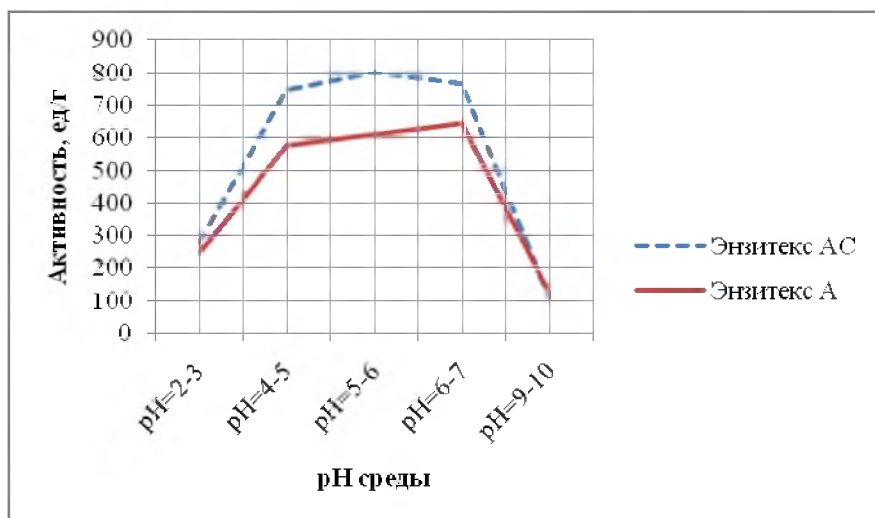


Рисунок 3 – Влияние концентрации ферментного препарата на его каталитическую активность

Анализ графика показывает, что с увеличением концентрации препарата скорость реакции возрастает, каталитическая 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 каталитической 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 йодкрахмальной 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°С, или, при максимальной активности препарата.

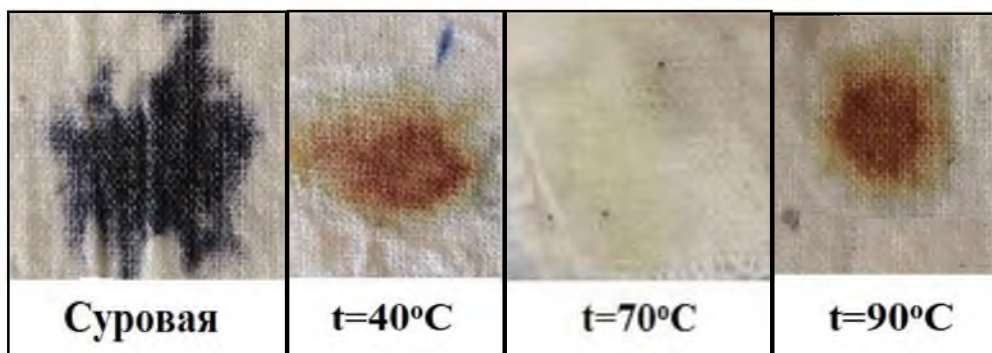


Рисунок 4 – Оценка качества расшлихтовки обработанных Амилазой АС образцов 2 йодокрахмальной пробой при различной температуре рабочего раствора

**Выводи:**

1. Проведен анализ существующих ферментных препаратов амиллолитической группы, используемых в текстильном производстве, определено направление использования 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 °С для препарата Энзитекс АС и 60 °С 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 расшлихтовки. Установлено, что наилучший результат достигается при проведении биорасшлихтовки при температуре рабочего раствора 60-80°С, 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\\_preparaty\\_osnove/](https://studwood.ru/1751830/tovarovedenie/amiloliticheskie_fermenty_preparaty_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\\_aktivnost\\_fermentov/](https://studref.com/595149/ekologiya/vliyanie_temperatury_sredy_aktivnost_fermentov/). – Дата доступа : 26.08.2020.

**СЕКЦІЯ 4**

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

УДК 539.3

**ВИМУШЕНІ КОЛИВАННЯ СИСТЕМИ З ОДНИМ СТУПЕНЕМ  
ВІЛЬНОСТІ НА НЕЛІНІЙНО-ПРУЖНІЙ 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 демпферу 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.