11. Spatial Self-Organization in One Process of Chemical Technology [Text] : inter. conf. / Differential Equations and Dynamical Systems. – Canada. Watérloo, 1997. – 166 p.
12. Thermal Spots in an Industrial Packed Bed Catalytic Reactor [Text] : intern. conf. / Dynamical Systems and Differential Equations (ICDSDE) Abstracts Book. – USA, Kennesaw, 2000. – 81 p.
13. Fuzzy Modeling for Control [Text] / Kluwer, 1998. – 122 p.
14. Driankov, D. Advances in Fuzzy Control [Text] / D. Driankov, R. Palm // Physica-Verlag. Heidelberg. Germany. – 1988. – P. 129–137.
15. Pedrycz, W. An Introduction to Fuzzy Sets: Analysis and Design. [Text] / W. Pedrycz, F. Gomide // MIT Press. Hardcover. – 1998. – № 2. – P. 24–41.
16. Seraya, O. V. Linear regression analysis of a small sample of fuzzy input data [Text] / O. V. Seraya, D. A. Demin // Journal of Automation and Information Sciences. – 2012. – № 44 (7). – P. 34–48.

Досліджено процес формування структури і властивостей шкіряного напівфабрикату при м'якшенні. Ефективне проведення м'якшення забезпечується оптимальним співвідношенням між тривалістю процесів зоління і м'якшення при фіксованому технологічному режимі обробки сировини. Для виробництва еластичних шкір хромового дублення (взуттєвих, одягових, галантерейних) встановлена тривалість зневолошування–зоління та м'якшення з використанням ферментного препарату Chemizym BH

Ключові слова: ферментні препарати, протеолітична активність напівфабрикат, голина, зоління, м'якшення, фізико-хімічні властивості

Исследован процесс формирования структуры и свойств кожевенного полуфабриката во время мягчения. Эффективное проведение мягчения обеспечивается оптимальным соотношением между продолжительностью процессов золения и мягчения с фиксированным технологическим режимом обработки сырья. Для производства эластичных кож хромового дубления (обувных, одежных, галантерейных) определена продолжительность обезволашивания–золения и мягчения с использованием ферментного препарата Chemizym BH

Ключевые слова: ферментные препараты, протеолитическая активность, полуфабрикат, голье, золение, мягчение, физико-механические свойства

УДК 675.023.6

ФЕРМЕНТНА ОБРОБКА ШКІРЯНОГО НАПІВФАБРИКАТУ В ПРОЦЕСІ М'ЯКШЕННЯ

А. Г. Данилкович
Доктор технічних наук, професор
Кафедра технології шкіри та хутра*
E-mail: ag101@ukr.net
О. О. Романюк
Кандидат технічних наук, доцент
Кафедра техногенної безпеки та тепломасообмінних процесів*
E-mail: knutdromanuk@gmail.com
*Київський національний університет технологій та дизайну
вул. Немировича-Данченка, 2,
м. Київ, Україна, 01011

1. Вступ

Шкіряне і хутрове виробництва відзначаються багатостадійністю, складністю та екологічною небезпечністю хімічних перетворень сировини у готові матеріали. У зв'язку з цим на різних стадіях обробки білкової сировини знайшли застосування біологічно активні речовини, до яких належать ферментні препарати. Широке їх використання у технологіях переробки шкур тварин зумовлене сильною специфічною і каталітичною дією у різноманітних хімічних перетвореннях. Із відомих шести класів ферментів [1, 2], у шкіряному і хутровому виробництвах найчастіше застосовуються ферменти третього класу – гідролази, що включають підкласи естерази, глікозил-гідролази, пептидази, амідази, які суттєво прискорюють реакції розщеплення зв'язків (пептидні, амідні, естерні), у яких карбоксильні групи належать основним амінокислотам лізину і аргініну біополімеру. Тому завдяки ферментній обробці шкіряної та хутрової сировини можна досягти різного ефекту, зокрема, знежирювання, зневолошування, підвищення еластичних властивостей напівфабрикату, однак актуальним залишається дослідження процесу м'якшення, тривалість дії якого визначає фізико-хімічні властивості матеріалу з натуральної сировини.

2. Постановка проблеми

Ферментні препарати специфічної дії можуть бути використані для ефективного впливу на міжволоконну речовину напівфабрикату з метою звільнення дерми шкур від неколагенових утворень. Тому вибір

© А. Г. Данилкович, О. О. Романюк, 2014

виду ферментного препарату, встановлення його концентрації, тривалості процесу, дозволить оптимізувати технологічний процес переробки шкіряно-хутрової сировини, зменшити витрати шкідливих хімічних реагентів та підвищити екологічність виробництва.

3. Аналіз літературних даних

Ферментні препарати протеолітичної, глікозидної та ліполітичної дії доцільно використовувати у відмочувально-зольних процесах [3], тоді як процес знезолення може бути здійснений за допомогою ферментів LITHUDAC L і Novo Bate WB, які активні в кислому середовищі [4]. Для проведення процесу знежирювання та підвищення його ефективності можуть бути використані лужні ліпази або комбінація лужних протеаз і ліпази [5]. Перспективним для процесу зневолошування шкурок кроля є ферментний препарат протосубтилін Г10х [6, 7]. Протеолітичні ферменти і трипсин можуть бути використанні для переробки хромових відходів [8].

При виборі ферментних препаратів для прискорення фізико-хімічних процесів відмочування, знежирювання, зневолошування, м'якшення суттєве значення мають умови консервування сировини і цільове її використання. Зокрема, технологія обробки шкурок кроля прісно-сухого методу консервування на стадії відмочування передбачає застосування ферментних препаратів, таких як мальтаваморин Г10х, пектофоетидін П10х, амілосубтилін Г3х [9], що дозволяє не тільки скоротити тривалість циклу відмочування технологічного процесу, але й знизити дефектність шкурок при їх механічних обробках завдяки підвищенню пластичності шкірної тканини.

Використання ферментних препаратів протосубтиліну Г3х, пектофоетидіну П10х, мальтаваморину Г10х для відмочування [10] та пектоаваморину П10х і пектофоетидіну П10х для обробки овчин з ущільненою шкірною тканиною та розміром понад 90 дм^2 спільно з ПАР [11] прискорює видалення ліпідів та забруднень білкової і вуглеводної природи з волосяного покриву і шкірної тканини. Такі препарати можна віднести до поліфункціональних, оскільки вони поряд з ферментами ліпідної дії містять ферменти іншої активності, зокрема протеазної і глікозидазної. При попередньому знежирюванні овчин шляхом використання протосубтиліну Г3х з додаванням ПАР фермент сприяє руйнуванню мембран жирових клітин і жир емульгується.

Активність ферментів суттєво залежить від pH середовища. Зокрема, ліпаваморин Г3х [12] проявляє ліполітичну активність в інтервалі pH 5,5–8, протосубтилін Г3х має максимальну протеолітичну активність при pH 7,5–8 і ще 80 % зберігає її в інтервалі pH 6,5–9, а препарат протосубтилін Г10х проявляє максимум протеолітичної активності при pH 10,7. Підвищення лужності реакційного середовища до pH 12,5 призводить до зниження активності на 60–70 %. Ферментний препарат Tannerzyme зберігає більше 90 % протеолітичної активності в інтервалі pH 9–12, який може бути використаний при зневолошування–золінні шкіряної сировини.

Крім pH, оптимум активності ферментних препаратів залежить від температури процесу. Встановлено [12], що максимальна протеолітична активність протосубтиліну Г3х проявляється при температурі 40–50 °С, а при 30 та 65 °С знижується до 50 %. Оптимум дії ліпаваморину Г3х проявляється при температурі 35–37 °С, а при 20 °С його активність знижується на 30 %. При температурі 55 °С препарат повністю інактивується. Температурний оптимум для дії протомезентерину Г3х 60–65 °С, при температурі 35–37 °С його активність знижується на 44 %.

Слід відзначити значний вплив на активність ферментного препарату хімічних реагентів, таких як хлорид і сульфід натрію, гідроксид кальцію, сульфат амонію тощо. При цьому може відбуватись як підвищення, так і зниження їх протеолітичної активності. Встановлено [3] зниження протеолітичної активності протосубтиліну Г10х в присутності хлориду натрію або сульфату амонію на 10–15 %, гідроксиду кальцію – на 5 %. Карбонат натрію позитивно впливає на протеолітичну активність лужних протеїназамінів. Активність технічного ферментного препарату актиноміцету ІІІ, який має два максимуму протеолітичної активності, в присутності хлориду амонію або хлориду натрію, сульфату, сульфіту або гідросульфіту натрію знижується в середньому на 10–15 %. Сульфід натрію майже повністю знижує протеолітичну активність досліджених ензимів.

Отже, проведений аналіз використання ферментних препаратів у процесах шкіряно-хутрового виробництва показав, що не існує прямолінійної залежності між активністю та ефектом, який досягається у тому чи іншому технологічному процесі. У зв'язку з цим при розробці нових технологій або удосконаленні існуючих з використанням ферментних препаратів необхідно враховувати весь асортимент і кількість хімічних реагентів, які можна використати на певній стадії переробки шкіряної й хутрової сировини.

4. Мета і завдання дослідження

У роботі досліджено процес м'якшення зневолошеного шкіряного напівфабрикату та його формування при отриманні матеріалу «Краст» з використанням ферментів поліфункціональної дії – панкреатину та Chemizym BH (фірма «Chemipol», Польща).

Завданням дослідження було встановлення ефективності дії ферментного препарату панкреатину на знезолену голину та визначення оптимальних витрат води при м'якшенні й тривалості дії процесу з використанням ферментного препарату Chemizym BH.

Для досліджень використана сировина великої рогатої худоби, зокрема, бичка мокросоленого методу консервування, після зневолошування–зоління впродовж 12 год. при температурі 27–28 °С, 5 і 12 діб при температурі 18–22 °С, наступними промивками, двоїнням на товщину 2,1±0,1 мм, знезолюванням та м'якшенням при температурі 35–37 °С протягом 1–3 год. Процес м'якшення отриманої голини проводили з використанням поліфункціонального ферментного препарату панкреатин технічний (ОСТ 49–167–81), який містить ряд протеолітичних ензимів [3] – протеїназ і пептидаз, основним з яких є протеїназа трипсин, а також ліпазу, амілазу й еластазу, а також Chemizym BH з активністю 10 од./мг препарату при pH 7,8–8,5 та температурі 32–37 °С [13]. Для отримання

напівфабрикату «Краст» виконували м'якшення голини ферментним препаратом Chemizym BH та дублення протягом 5–7 год. при температурі 20–22 °С сполуками хрому (ОСТ 6–18–219–82) з їх витратою 5 % і води 40 % маси золеної голини після кислотно-сольової обробки. Основність дубильних сполук хрому підвищували оксидом магнію.

Ефективність дії ферментного препарату панкреатину визначали за кількістю виплавленого желатину із знезоленої та знезоленої-м'якшеної голини [14]. Попередню підготовку зразків напівфабрикату для сорбційно-дифузійних досліджень по відношенню до води проводять спиртово-ефірним зневоднюванням зразків напівфабрикату. Для дифузійних та фізико-механічних випробовувань зразки були стандартизовані при нормальних умовах (відносна вологість 65±5 %, температура 20±2 °С). Методики визначення виплавлення желатину, сорбційно-дифузійних і фізико-механічних властивостей напівфабрикату описані у [14]. Фізико-механічні показники напівфабрикату «Краст» визначали на машині РТ–250М при швидкості деформування зразків 90 мм/хв.

5. Вплив ферментів на процес м'якшення напівфабрикату

Раніше проведені дослідження процесу м'якшення напівфабрикату з напівшкурка тривалого зоління протягом 1,5 роки [15] показали (табл. 1), що при збільшенні тривалості лужної обробки спостерігається значне зростання кислотної ємності дерми і відповідно зниження її температури зварювання. У результаті м'якшення відбувається незначне зниження кислотної ємності. Це може бути обумовлено блокуванням функціональних груп колагену адсорбованим ензимом. Зниження температури зварювання знезоленої і м'якшеної голини на 13–14 °С свідчить про зменшення взаємодії між макромолекулами колагену дерми. Зоління протягом 1,5 року призвело до деструкції біополімеру.

Таблиця 1

Фізико-хімічні властивості м'якшеної голини

Тривалість зоління, діб	Кислотна ємність, мекв/г сухої голини			Температура зварювання, °С, голини		
	знезоленої	м'якшеної, год		знезоленої	м'якшеної, год	
		1	4		1	4
7	1,08	1,05	0,97	64,0	63,0	63,0
14	1,05	0,96	0,97	62,0	61,0	60,0
30	1,15	0,91	1,05	57,0	56,0	56,0
60	1,77	1,57	1,44	50,0	50,0	49,0

Збільшення тривалості зоління з 5 до 12 діб супроводжується зростанням кількості виплавленого желатину зі знезоленої голини у 2,8 і 3,4 рази відповідно для огузка і поли (табл. 2). Цей ефект підсилюється при підвищенні концентрації ферментного препарату панкреатину з 0,6 г/л до 2,2 г/л і кількість виплавленого желатину збільшується на 18,7 і 27,4 % відповідно для огузка і поли. Це свідчить про руйнування не тільки міжмолекулярних зв'язків, але й часткову деструкцію поліпептидних ланцюгів колагену дерми.

Таблиця 2

Кінетика виплавлення желатину з різних топографічних ділянок м'якшеної голини*

Ділянка голини	Тривалість зоління, діб	Виплавлення желатину, % маси сухого залишку голини			
		знезоленої	м'якшеної, год		
			1	2	3
огузок	5	3,0 3,0	8,7 14,9	7,1 14,5	5,7 14,2
	12	8,3 8,3	12,4 27,4	12,7 28,4	12,4 28,8
пола	5	4,0 4,0	12,1 23,8	11,7 23,1	11,4 18,7
	12	13,5 13,5	34,0 41,2	29,9 37,5	29,8 36,7

**Примітка: витрата панкреатину в чисельнику і знаменнику відповідно 0,6 і 2,2 г/л.*

При суттєвому зменшенні концентрації ферментного препарату панкреатину в технологічному розчині при його витраті 0,05 % маси золеної голини й відповідному зниженні активності при розбавленні (табл. 3) проявляється недостатній ступінь м'якшення при співвідношенні маси голини до технологічного розчину як 1:3, а виплавлення желатину різко зменшується. Бажаний ступінь м'якшення голини досягається при витраті води 100–200 % маси золеної голини та кількості виплавленого желатину 8,9–12,1 %.

Таблиця 3

Ефективність м'якшення голини

Витрата води, % маси голини	Виплавлення желатину, % сухого залишку голини	Пром'якшеність голини за органолептичною оцінкою
100	12,1	хороша
200	8,9	задовільна
300	7,7	недостатня
400	7,4	незадовільна

Дослідження пошарового виплавлення желатину з голини після зоління протягом 3 діб при концентрації ферментного препарату 2,2 г/л і температурі 35–37 °С (табл. 4) показує, що виплавлення желатину зі знезоленої голини сосочкового шару в 3,6 рази перевищує цей показник для сітчастого шару дерми.

Як видно з табл. 4, після м'якшення протягом 1 год. виплавлення желатину суттєво зростає і за три години обробки панкреатином цей показник для сосочкового шару дерми наближається до 100 %, тоді як для сітчастого шару досліджуваний ефект виражений у 2,7 рази слабше. Отже, після зоління протягом 5 діб майже весь колаген сосочкового шару дерми перетворюється у желатин, за винятком базальних мембран.

Таблиця 4

Пошарове виплавлення желатину з м'якшеної голини панкреатином

Голина	Виплавлення желатину, % сухої голини, з шару	
	сосочкового	сітчастого
знезолена	16,9	4,7
м'якшена 1 год	93,6	34,8
м'якшена 3 год	99,5	36,1

6. Інтерпретація результатів досліджень

Використання ферментного препарату Chemizym BH при витраті 0,3 % та води 100 % маси золеної голини (табл. 5) дозволяє отримати після м'якшення голину, яка порівняно зі знезоленим зразком має підвищені показники пористої структури, зокрема питомої поверхні, що досягає 22 %. Це можна пояснити руйнуванням всіх видів міжструктурних зв'язків неколагенових компонентів дерми з поліпептидними ланцюжками біополімеру, навіть таких міцних як іонні та ковалентні.

Таблиця 5

Сорбційно-дифузійні властивості м'якшеної голини

Показник	Напівфабрикат	
	знезолений	знезолений-м'якшений
Пористість, %	57,0	66,0
Максимальна сорбція водяної пари, %	48,0	57,0
Гігроскопічність, %	54,0	63,0
Питома поверхня, $м^2/г$	112,0	137,0
Капілярна волога при обводненні, %	89,0	106,0
Паропроникність, мл/($см^2$×год.), з боку		
- бахтарми	12,0	15,0
- лицьового	3,5	6,0
Повітропроникність, мл/($см^2$×год.), з боку		
- бахтарми	690,0	910,0
- лицьового	570,0	690,0

Поряд з цим зростають повітро- і паропроникність, до того ж у першого це зростання більше. Однак, дифузія парів води ускладнюється тим, що одночасно проходять процеси сорбції і десорбції. Суттєва різниця між процесами дифузії складових повітря і парів води з бахтармяного і лицьового боків пояснюється наявністю відкритих пор значного розміру з бахтармяного шару напівфабрикату, які утворюються при двоїнні золеного напівфабрикату. Зростання показника пористості структури напівфабрикату після його м'якшення супроводжується збільшенням гігроскопічності й сорбції водяного пару, що важливо для комфортної експлуатації шкіряних виробів.

Ефективність процесу м'якшення також виявляється в специфіці кінетики змін комплексу фізико-механічних показників (табл. 6). Зокрема в тому, що після одногодинного м'якшення голини міцність як шкіряного напівфабрикату при розриві, так і його лицьового шару підвищуються порівняно зі знезоленими зразками на 21 %, але збільшення тривалості м'якшення до трьох годин наближає цей показник до значення для знезоленого напівфабрикату, що вказує на ослаблення міжволоконних зв'язків внаслідок більш тривалої дії ензиму. Одночасно з цим відбувається збільшення деформаційних показників зразків напівфабрикату «Краст». Цим же ефектом зумовлене збільшення залишкової деформації, яке погіршить здатність до формування шкіряного матеріалу в процесі виготовлення виробів.

Таблиця 6

Фізико-механічні властивості напівфабрикату «Краст»

Показник	Напівфабрикат з голини			
	знезоленої	м'якшеної, год		
		1	2	3
Межа міцності при розриві, МПа	12,0	14,5	13,7	12,4
Поява тріщини лицьового шару, МПа	10,2	14,5	13,7	12,4
Видовження при 10 МПа, %	23,0	31,0	35,0	42,0
Видовження при розриві, %	36,0	47,0	52,0	64,0
Залишкове видовження, %	6,0	11,0	14,0	23,0

Отже, м'якшення протягом однієї години забезпечує оптимальний комплекс експлуатаційних властивостей і підвищену еластичність лицьового шару напівфабрикату «Краст» поверхні, яка проявляється в однакових значеннях показників появи тріщини лицьового шару і межі міцності зразків при розриві.

7. Висновки

1. Для ефективного формування структури і властивостей шкіряного напівфабрикату при м'якшенні необхідно підтримувати оптимальне співвідношення між тривалістю процесів зоління і м'якшення при певному фіксованому технологічному режимі обробки сировини.

2. У виробництві еластичних шкір хромового дублення для взуттєвих, одягових та галантерейних виробів можна вважати достатніми тривалість зневолошування–зоління впродовж 12 год. та одногодинне м'якшення в стандартних умовах з використанням ферментного препарату Chemizym BH при витраті води 100 % маси золеного напівфабрикату.

3. Розглянуті результати дослідження передбачають широке використання ферментних препаратів у відмочувально-зольних процесах переробки шкіряної сировини у матеріали, що суттєво зменшить витрати шкідливих хімічних реагентів і забезпечить підвищення екологічності виробництва.

Література

1. Биохимия [Текст] : учебник / под. ред. Е. С. Северина; 2-е изд., испр. – М. : Изд. дом ГЭОТАР-МЕД, 2004. – 784 с.
2. Гонський, Я. І. Біохімія людини [Текст] : підр. / Я. І. Гонський, Г. П. Максимчук. – Тернопіль : Укрмедкнига, 2001. - 736 с.
3. Шестакова, И. С. Ферменты в кожевенном и меховом производстве [Текст] / И. С. Шестакова, Л. В. Моисеева, Т. Ф. Миров нова. – М. : Легпромбытиздат, 1990. – 128 с.
4. Širvaitytė, Justa Bating of pelts after deliming with peracetic acid [Text] / Justa Širvaitytė, Virgilijus Valeika, Kęstutis Beleška, Violeta Valeikienė // Proc. Estonian Acad. Sci. Chem. - 2006. - Vol. 55. - P. 93–100.

5. Altan, Afsar Studies on the degreasing of skin by using enzyme in liming process [Text] / Altan Afsar, Fatma Cetinkaya // Indian Journal of Chemical Technology. - 2008. - Vol. 15. - P. 507–510.
6. Суховеркова, А. М. Современные методы получения обезволошенных шкурок кролика [Текст] / А. М. Суховеркова, Л. В. Антипова, И. С. Косенко, О. А. Василенко // Современные проблемы науки и образования. - 2009. - № 3, Ч. 2. - С. 74–75.
7. Антипова, Л. В. Ферментная технология обезволашивания шкурок кролика [Текст] : матер. III междунар. науч.-практ. конф. / Л. В. Антипова, О. А. Василенко, И. С. Косенко, А. М. Суховеркова // Пищевая и морская биотехнология: проблемы и перспективы – 2008. Вестник Воронежской государственной технологической академии. - 2008. - № 3 (37). - С. 61–65.
8. Choundhary, R. B. Enzyme technology applications in leather processing [Text] / R. B. Choundhary, A. K. Jana, M. K. Jha // Indian Journal of Chemical Technology. - 2004. - Vol. 11. - P. 659–671.
9. Единая технология обработки шкурок кролика [Текст] / утв. И. Г. Гриценко. - М. : ЦНИИТЭИлегпром, 1990. - 45 с.
10. Технология обработки меховых овчин [Текст] / утв. А. А. Бирюков. - М. : ЦНИИТЭИлегпром, 1990. - 197 с.
11. Технология обработки шубных овчин [Текст] / утв. А. А. Бирюков. - М. : ЦНИИТЭИлегпром, 1982. - 82 с.
12. Taylor, M. Enzymes assist recovery of chrome and high-value protein from shavings [Text] / M. Taylor // World Leather. - 1994. - November. - P. 38.
13. Данилкович, А. Г. Формирование пористой структуры кожи под воздействием электроактивированных растворов протеолитических ферментов [Текст] : матер. IX междунар. науч.-практ. конф. / А. Г. Данилкович, О. А. Романюк, Д. В. Стаценко // Кожа и мех в XXI веке: технология, качество, экология, образование. – Улан-Удэ: Изд-во ВСГУТУ, 2013. - С. 42–48.
14. Данилкович, А. Г. Практикум з хімії і технології шкіри та хутра [Текст] : навч. посібник / А. Г. Данилкович; 2 вид., перероб. і доп. – К. : Фенікс, 2006. – 340 с.
15. Бабакина, В. Г. Применение ферментов в производстве кожи [Текст] / В. Г. Бабакина. - М. : Ростехиздат, 1962. - 239 с.

УДК 661.7:547.2/4

КАТАЛІТИЧНЕ ОКИСНЕННЯ ЦИКЛОГЕКСАНУ В ПРИСУТНОСТІ СПИРТІВ РІЗНОЇ ПРИРОДИ

О. О. Супрун
Аспірант*
E-mail: terick-zol@rambler.ru
В. В. Реутський
Доктор технічних наук, професор*
E-mail: reutskyy@yahoo.com
О. С. Іващук
Кандидат технічних наук,
старший науковий співробітник*
E-mail: ivaschuk@polynet.lviv.ua
С. О. Мудрий
Кандидат технічних наук,
молодший науковий співробітник*
E-mail: mso1984tm@mail.ru
*Кафедра технології органічних продуктів
Національний університет «Львівська політехніка»
вул. С. Бандери, 12, м. Львів, Україна, 79013

Розглянуто кількісний та якісний вплив бінарних каталітичних систем до складу яких входить нафтенат кобальту та спирти різної природи на рідиннофазне гомогенно-каталітичне окиснення циклогексану. Встановлено залежності швидкості та якості накопичення продуктів від природи добавки. Виконане порівняння впливу каталізаторів, та здійснено вибір оптимальних каталітичних систем для даного процесу

Ключові слова: циклогексан, окиснення, каталіз, каталітичні системи

Рассмотрено количественное и качественное влияние бинарных каталитических систем состоящих из нафтената кобальта и спиртов разной природы на жидкофазное гомогенно-каталитическое окисление циклогексана. Установлено зависимости скорости и качества накопления продуктов от природы добавок. Выполнено сравнение влияния катализаторов, и совершен выбор оптимальных каталитических систем для данного процесса

Ключевые слова: циклогексан, циклогексанол, циклогексанон, окисление, катализ, каталитические системы

1. Вступ

На сьогоднішній день, незважаючи на багаточисленні дослідження, залишається актуальною проблема пошуку нових (або модифікація існуючих) ефективніших каталітичних систем для окиснення вуглеводнів. Дана робота спрямована на модифікацію каталітичних систем, шляхом використання добавок до промислового каталізатора, у процесі окиснення циклогексану (ЦГ). Дія цих органічних модифікаторів проявляється

© О. О. Супрун, В. В. Реутський, О. С. Іващук, С. О. Мудрий, 2014