

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ. И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Қ. Тұрысов атындағы Геология және мұнай-газ институты

Химиялық және биохимиялық инженерия кафедрасы

Сайджабар Мухаммад Маратұлы

Тақырыбы: «Қуаттылығы 4,8 т/г капролактама негізінде биоыдырайтын полимер өндіретін кәсіпорынның есебі мен дизайны»

## **ДИПЛОМДЫҚ ПРОЕКТ**

5B070100 – «Биотехнология» мамандығы

Алматы 2023



КАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

К.Тұрысов атындағы Геология және мұнай-газ ісі институты

Химиялық және биохимиялық инженерия кафедрасы

5B070100 - «Биотехнология» мамандығы



Х.Ж.Б.И. кафедрасының меңгерушісі

Амитов

" "

Дипломдық жобаны орындауға

### ТАПСЫРМА

Білім алушы: Сайджабар Мухаммад

Тақырыбы: «Қуаттылығы 4,8 т/г капролактама негізінде биоыдырайтын полимер өндіретін кәсіпорынның есебі мен дизайны»

Университет Ректорының 2022 жылғы «22» желтоқсан №408-П бұйрығымен бекітілген

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі 2023 жылғы «5» маусым

Дипломдық жобада қарастырылатын мәселелер тізімі:



- а) Әдеби шолу;
- ә) Ағынды технологиялық жүйе;
- б) Жабдықтарды есептеу;
- г) Өндірістік шығындарды есептеу;
- д) Жобаның рентабельділігін бағалау және келтірілген таза құнды есептеу.

Ұсынылатын негізгі әдебиет 15 атаудан тұрады

Дипломдық жұмысты дайындау  
КЕСТЕСІ

№	Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекшіге ұсыну мерзімі	Ескерту
1.	Әдеби шолу	27.11.2022	Орындалды
2.	Ағынды технологиялық жүйе	25.12.2022	Орындалды
3.	Реакторды есептеу	22.01.2023	Орындалды
4.	Жабдықты таңдау және бағалау, күрделі шығындарды есептеу	19.03.2023	Орындалды
5.	Өндірістік шығындарды есептеу	02.04.2023	Орындалды
6.	Жобаның рентабельділігін бағалау және келтірілген таза құнды есептеу	30.04.2023	Орындалды

Дипломдық жоба бөлімдерінің кеңесшілері мен норма бақылаушының аяқталған жұмысқа қойған қолтаңбалары

Бөлімдер атауы	Кеңесшілер, Аты, әкесінің аты, тегі (ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Норма бақылау	Искаков Р. М	1.06.2023	
Ғылыми жетекші	Искаков Р. М	1.06.2023	

Ғылыми жетекші



х.ғ.д профессор Искаков Р. М

Тапсырманы орындауға алған білім алушылар



Сайджабар М.М

## АНДАТПА

Дипломдық жұмыс 31 беттен тұрады ,2 сурет, 7 кесте, 15 пайдаланылған әдебиеттерден тұрады.

Осы мақсатқа жету үшін төмендегі міндеттер қойылды:

Күрделі шығындар өтеу мерзімі 20 555 долларды құрады

Түйінді сөздер: биополимерлер, капролактама , бензол.

Зерттеу пәні: биохимиялық әдіспен бензолды гидрлеу арқылы капролактама алу.

Жұмыс 8 бөлімнен тұрады: әдеби шолу,технологиялық процестің схемасы, реакторды есептеу,қондырғыны таңдау және бағалау, күрделі шығындарды модульдік бағалау, Қалдықтарды кәдеге жарату құнын есептеу, қосалқы материалдардың құнын есептеу, амортизация және ақша ағыны,жобаның кірістілігін бағалау және таза құнын есептеу.

бензолды гидрлеу негізіндегі биополимер өндірісінің техникалық-экономикалық негіздемесі әзірленді.

1. Берілген өндіріс үшін химиялық процестер мен құрылғыларды есептеу және таңдау.
2. Рентабельділікке қол жеткізу үшін өндірістің қаржылық-экономикалық негіздемесін есептеу.
3. реакторды есептеу, қондырғыларды бағалау, реагент шығынын есептеу, негізгі жабдықтың құрылымдық есебі.
4. Жоба нәтижелері: өнімділігі жылына 4,8 тонна капролактама КТС әзірленді.
5. Берілген қуаты бар өндірістің оңтайлы химиялық-технологиялық жүйесін құру.

Жұмыстың мақсаты: жылына 4,8 тонна капролактама негізінде биологиялық ыдырайтын полимер өндіретін кәсіпорынды есептеу және жобалау.

## АННОТАЦИЯ

Дипломная работа состоит из 31 страницы, 2 рисунков, 7 таблиц, 15 использованной литературы.

Для достижения этой цели были поставлены следующие задачи:

Капитальные затраты со сроком погашения 20 555 долларов США

Ключевые слова: биополимеры, капролактамы, бензол.

Предмет исследования: получение капролактама путем гидрирования бензола биохимическим методом.

Работа состоит из 8 разделов: обзор литературы, схема технологического процесса, расчет реактора, выбор и оценка установки, модульная оценка капитальных затрат, расчет стоимости утилизации отходов, расчет стоимости вспомогательных материалов, амортизация и денежный поток, оценка рентабельности проекта и расчет чистой стоимости.

Разработано технико-экономическое обоснование производства биополимера на основе гидрирования бензола.

1. Расчет и выбор химических процессов и устройств для данного производства.

2. Расчет финансово-экономического обоснования производства для достижения рентабельности.

3. Расчет реактора, оценка установок, расчет расхода реагента, структурный расчет основного оборудования.

4. Результаты проекта: разработана КПП капролактама производительностью 4,8 тонны в год.

5. Создание оптимальной химико-технологической системы производства с заданной мощностью.

Цель работы: расчет и проектирование предприятия по производству биоразлагаемого полимера на основе 4,8 тонн капролактама в год

## ANNOTATION

The thesis consists of 31 pages, 2 figures, 7 tables, 15 references.

To achieve this goal, the following tasks were set:

Capital expenditures with a maturity of USD 20,555

Key words: biopolymers, caprolactam, benzene.

Subject of research: preparation of caprolactam by hydrogenation of benzene by biochemical method.

The work consists of 8 sections: literature review, process flow diagram, reactor calculation, installation selection and evaluation, modular capital cost estimation, waste disposal cost calculation, auxiliary materials cost calculation, depreciation and cash flow, project profitability assessment and net cost calculation.

A feasibility study has been developed for the production of a biopolymer based on benzene hydrogenation.

1. Calculation and selection of chemical processes and devices for this production.
2. Calculation of the financial and economic justification of production to achieve profitability.
3. Calculation of the reactor, evaluation of installations, calculation of reagent consumption, structural calculation of the main equipment.
4. Project results: caprolactam CPN with a capacity of 4.8 tons per year has been developed.
5. Creation of an optimal chemical and technological production system with a given capacity.

The purpose of the work: calculation and design of an enterprise for the production of a biodegradable polymer based on 4.8 tons of caprolactam per year.

# Мазмұны

## КІРІСПЕ

1. Әдеби шолу
2. Технологиялық бөлім
3. Реакторды есептеу
4. Жабдықты есептеу

### 4.1 Жылу алмасу процестері

- 4.1.1 Е-101 жылу алмастырғышын есептеу
- 4.1.2 Е -102 жылу алмастырғышын есептеу
- 4.1.3 Жылу алмастырғыштарды есептеу үшін жылу беру теңдеуі бар түрі

### 4.2 Масса алмасу процестері

- 4.2.1 Т-100 компоненттері үшін ректификациялық бағанды есептеу бөлу

### 4.3 Көмекші жабдық

- 4.3.1 Резервуарды есептеу

## 5 Жабдықты таңдау және бағалау

- 5.1 Ланг факторының күрделі шығындарды бағалауы
- 5.2 Күрделі шығындарды модульдік бағалау

## 6 Есептеулер

- 6.1 Өндірістік шығындарды есептеу
- 6.2 Бастапқы материалдардың құнын есептеу
- 6.3 Қалдықтарды кәдеге жарату құнын есептеу
- 6.4 Қосалқы материалдардың құнын есептеу
- 6.5 Өндіріс операторларының жалақысына арналған шығындарды есептеу
- 6.6 Өндірістік шығындарды есептеу

## 7 Амортизация және ақша ағыны (Depreciation & Cash-Flow)

- 7.1 Күрделі шығындардың амортизациясын есептеу

## 8 Ақша ағынын есептеу

## Қорытынды

## ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ДЕРЕККӨЗДЕРДІҢ ТІЗІМІ



## **КІРІСПЕ**

Биологиялық ыдырайтын полимерлер дәстүрлі мұнайдан алынатын пластмассалармен байланысты қалдықтарды жою мәселелерін шешуге мүмкіндік береді. Биологиялық ыдырайтын полимерлерге қатысты мәселелердің бірі-өнімнің қалай жұмыс істейтіні және оның қызмет ету мерзімі аяқталғаннан кейін ғана жойылатыны арасында жұқа сызық бар [9]. Биологиялық ыдырайтын полимерлер мұнай- химия негізіндегі орау материалдарын ауыстыруға әлеуетті үміткер болып табылады. Дегенмен, тұрақты азық-түлік орау материалдарын әзірлеуге нанокұрылымды материалдарды қосу қасиеттерді жақсартуда үлкен қадам жасады. Нанокристалдар, нанотүтікшелер және нано- кристалдар түрінде қол жетімді наноцеллюлоза, нанохитозан және нано-крахмал негізіндегі полисахаридтер жиі қолданылатын нанокұрылымды тағамдық орау материалдарына жатады [10].

Қазіргі уақытта қоғам өміріндегі полимерлі материалдардың маңыздылығын асыра бағалау мүмкін емес. Полимерлерді өндіру мен тұтынудың өсуі әлемдік экономиканың негізгі даму тенденцияларының бірі болып табылады. Соңғы жылдары полимерлі материалдар өндірісінің өсу қарқыны тұрақты өсуде. Сонымен қатар, полимерлі қалдықтарды олардың негізінде алынған материалдар мен бұйымдардың тұтыну мерзімі аяқталғаннан кейін қайта өңдеу тиімді.

Polymer	Structure
Poly( $\epsilon$ -caprolactone) (PCL)	
Poly(lactide) or Poly(lactic acid) (PLA)	
Polyglycolide or Poly(glycolic acid) (PGA)	
Poly( <i>p</i> -dioxanone) (PDS)	
Poly(lactide- <i>co</i> -glycolide)	

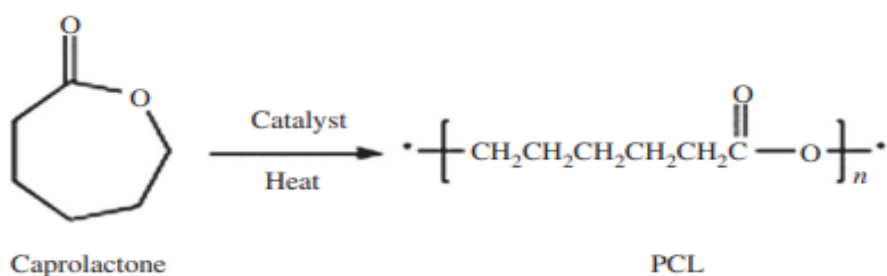
Сурет 1. Синтетикалық биологиялық ыдырайтын полимерлер

Поли ( $\epsilon$ -капролактон) PCL-жартылай кристалды биологиялық ыдырайтын полимер, балқу температурасы ( $T_m$ ) 60°C және шыны айналу температурасы ( $T_g$ ) 60°C. PCL құрылымы мен қасиеттері суретте көрсетілген. PCL циклдік  $\epsilon$ -капролактон мономерін суретте көрсетілгендей сақинаны ашумен полимерлеу арқылы синтезделеді. Полимердің молекулалық салмағы төмен молекулалық спирттермен реттеледі, ал полимерлеу реакциясын катализдеу үшін екі валентті қалайы октоаты сияқты катализаторлар қолданылады. PCL

полимерленуіне анион, катион, үйлестіру және радикалды механизм сияқты әртүрлі механизмдер әсер етуі мүмкін.

Биологиялық ыдырайтын полимерлер көбінесе "биополимерлер" деп аталады, өйткені бұл полимерлер негізінен әртүрлі табиғи көздерден алынған. Биополимерлер арасында табиғатта биологиялық ыдырайтындар өте аз. PLA, PHA және крахмал сияқты пластмассалар қоршаған ортадағы көміртегі ізінің жоғарылауына аз немесе мүлдем әсер етпейтін ең көп қолданылатын биополимерлер болып табылады. Биологиялық ыдырау полимерлердің шығу тегіне тәуелсіз қасиеті екенін және оларды молекулалық деңгейде реттеу арқылы өзгертуге болатынын түсіну керек [6]. Биологиялық ыдырайтын полимерлер биологиялық ыдырайтын полимерлермен салыстырғанда ыдыраудың үлкен артықшылығына ие. Себебі биологиялық ыдырайтын полимерлерді топыраққа қайтаруға және микроорганизмдермен компосттау арқылы байытуға болады [7]. Биологиялық ыдырайтын полимер организмде табиғи биологиялық процестермен ыдырайды, белсенді зат жойылғаннан кейін дәрі-дәрмектерді жеткізу жүйесін жою қажеттілігін жояды. Биологиялық ыдырайтын полимерлердің көпшілігі полимер тізбегінің гидролизі арқылы биологиялық тұрғыдан қолайлы және біртіндеп азаятын қосылыстарға дейін ыдырайды [8].

Капролактam-  $C_6H_{11}NO$  формуласы бар циклдік амидтерге немесе лактамдарға қатысты органикалық қосылыс, автомобиль, тоқыма және электронды өнеркәсіп сияқты әртүрлі салаларда, сондай-ақ нейлон 6 сияқты полиамидтер өндірісінде кеңінен қолданылады [1,2]. Капролактam Бекманның қайта құрылуымен және циклогексанонның түзілуімен аралық өнім ретінде әрекеттесетін толуол, бензол және циклогександы қолданатын штаммдардың әртүрлі жолдары арқылы жасалуы мүмкін [3-6].



Сурет 2. Капролактam реакциясы

Капролактam - полиамидті синтетикалық талшықтарды өндіру үшін пайдаланылатын маңызды өнеркәсіптік химиялық зат болып табылатын нейлон 6 мономері [1]. Капролактamның сипаттамалары өте қатал, өйткені қоспалардың аз мөлшері нейлон 6-ның физикалық-механикалық қасиеттеріне қатты әсер етеді [2,3]. Фисюк және оның әріптестері оксимациклогексанонның (массалық үлес) тек 0,1% болуы поликапроамидтің салыстырмалы тұтқырлығының айтарлықтай төмендеуіне әкелетінін анықтады [4]. Капролактam бензол, толуол және

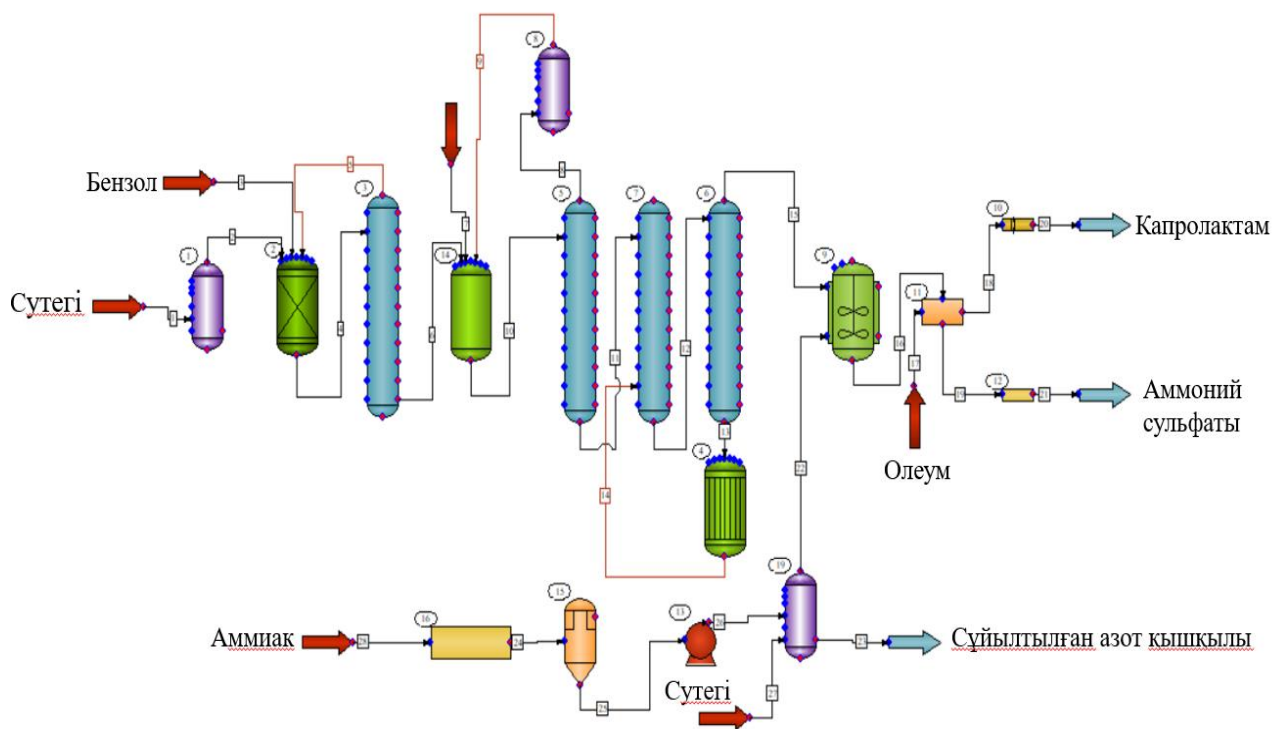
циклогексан реакцияларынан, негізінен Бекманды қайта құру арқылы алынады, өндіріс процесінде ықтимал қоспалар капролактамы өніміне реакциялық және/немесе қосалқы Технологиялық қондырғылардағы аралық өнімдер арқылы енуі мүмкін [5]. Қазіргі заманғы өндірістік процестер негізінен осы қоспаларды кетіру үшін көп сатылы Дистилляция мен экстракцияны, сондай-ақ жоғары энергетикалық бөлу операцияларын қолданады. Дипен және т. б. капролактамыбуландырғыш салқындатылған су жүйесінің адиабаталық кристалдану процесі дамыды [6]. Дегенмен, кейбір органикалық еріткіштер капролактамы тазартуда перспективалы әлеуетті қолданбаларды көрсетті, бұл капролактамы тазарту үшін оңтайлы кристалдану процесін жасау үшін капролактамының органикалық еріткіштерде ерігіштігін қажет етеді.

Капролактамы- бұл негізінен нейлон-6 (Zhuetal) коммерциялық өндірісі үшін қолданылатын мономер., 2020). Нейлон-6 капролактамы полимерлеу процесінде негізінен капролактамы мен оның димерін (6-аминогексаноаттың циклдік димері) қамтитын ағынды сулар қоршаған ортаға шығарылады және инфрақұрылымға елеулі зақым келтіреді және денсаулыққа зиян келтіреді (LeeandWang, 2004). Алдыңғы зерттеулер капролактамы қалай сіңіруге бағытталған, ал оны қалай қолдануға болатындығы туралы аз болды (Раджуеetal., 2013). Арзан субстраттарды қолдана отырып, бактериялық флокулянттар өндірісі жарияланды (Aljubooretal., 2014; Caoetal., 2015), капролактамы қолданатын бактериялық флокулянттар өндірісі туралы ақпарат іс жүзінде жарияланбайды.

#### Капролактамының қазіргі өндірісін талдау

Капролактамы өндірісінің тотығу схемасының алғашқы аралық өнімі циклогексан болып табылады, ол негізінен бензолды гидрлеу арқылы алынады. Циклогексан көптеген мұнайларда 0,3-тен 1% - ға дейін кездеседі, алайда Органикалық синтез өнеркәсібінде "мұнай" циклогександы қолдануға кедергі оны оқшаулаудың күрделілігі болып табылады. Әдебиеттерде циклогександы оқшаулаудың әртүрлі әдістері сипатталған: фенолмен экстрактивті дистилляция, Дистилляция, экстрактивті Дистилляция және бөлшек кристалдануды қамтитын аралас әдіс, тиокарбамидпен комплекстеу және т.б. олардың барлығы циклогексанның өнеркәсіптік өндірісін құруға жарамайды. Осылайша, циклогексан алудың негізгі әдісі бензолды гидрлеуге негізделген әдіс болып табылады.

## 2.Технологиялық бөлім



Сурет 1. Капролактамы негізіндегі биополимер өндірісінің химиялық-технологиялық жүйесін әзірлеу.

Мұнда келесі ағындар көрсетілген:

1. Бензолды кептіруге арналған баған;
2. Гидрлеу реакторлары;
3. Бензолды тазарту;
4. Циклогександы алу;
5. Циклогексанның тотығуы;
6. Циклогексанонды тазарту
7. Оксиметация;
8.  $(\text{NH}_4\text{OH})_2\text{SO}_4$  өндірісі;
9. Бекман схемасы;
10. Капролактамыды тазарту;
11.  $\text{NH}_4\text{SO}_4$  экстракциясы;
12. Тоңазытқыш қондырғы;
13. Салқындатқыш;
14. Салқындату мұнарасы;
15. Қазандық;

## 16. Ауаны бөлуге арналған қондырғы

Қолданылатын жабдықтардың тізімі:

Е-100, Е-101 и Е-102 - ағындарды жылытуға және салқындатуға арналған жылу алмастырғыштар  
R-101 – РИВН реакторы  
F-101 – суды бөлуге арналған сепаратор  
V-100 – бастапқы реагент резервуары

### 3 Реакторды есептеу

Капролактама реакциясын жүргізу үшін бекітілген қабаты бар жылыту реакторы (РИВН) таңдалды, күкірт қышқылы берілген температурада химиялық реакцияның орташа жылдамдығы  $5 \times 10^{-4}$  моль/м<sup>3</sup>с болған кезде катализатор ретінде қолданылады.

Осы типтегі реактордың көлемі РИВН нақты жағдайы үшін материалдық тепе-теңдік көлеміне сәйкес есептеледі:

$$V = \frac{F_{A0} \int dX}{r_A}$$

Жылына 315 операциялық күнді қабылдаймыз, содан кейін гидроксикарбон қышқылының өнімділігі жылына 4,8 тонна немесе күніне 15,24 тонна немесе сағатына 0,635 кг немесе 0,000176 кг/сек құрайды.

Реактор көлемін есептеу үшін моль ағынына ауыстырамыз

$$F_B = V B / M_B = 0,176 \text{ г/сек} / 113,16 \text{ г/моль} = 0,0015 \text{ моль/сек},$$

мұндағы  $M_B$  - капролактама молекулалық массасы.

Реакциядан кейінгі  $F_{A0}$  капролактама бастапқы моль ағыны алынған  $F_B$  моль ағынына және реакцияға түспеген  $F_A$  капролактама моль ағынына бөлінеді.

$$F_{A0} = F_B + F_A = F_B + F_{A0} \times (1-X) \text{ немесе } F_B = F_{A0} X$$

табамыз,

$$F_{A0} = F_B / X = 0,0015 \text{ моль/сек} / 0,7 = 0,00214 \text{ моль/сек}$$

**Реактор көлемі**  $V = F_{A0} \int dX / r_A = F_{A0} X / r_{Acp} = 0,00214 \text{ моль/сек} \times 0,7 / 5 \times 10^{-4} \text{ моль/м}^3\text{с} = 105 \text{ м}^3$

### 4 Жабдықты есептеу

Химиялық жабдықты әсер ету принципі бойынша жылу беру процестеріне (жылу алмасу процестері) және масса алмасу процестеріне (масса алмасу процестері) бөлуге болады.

## Жылу алмасу процестері

Жылу беру жабдығына E-100, E-101 және E-102 жылуалмастырғыштары жатады.

### E-101 жылу алмастырғышын есептеу

E-100 жылу алмастырғышы жоғары қысымды будың көмегімен 68°C дейін қыздыру үшін қолданылады.

Ft капролактамының бастапқы моль ағыны 0,0075 моль/с немесе масса ағыны 0,00017 кг/сек құрайды.

RT капролактамының қайнау температурасында булануының (балқуының) жасырын меншікті жылуы 1003 кДж / кг құрайды

Капролактамы қыздыру үшін берілетін жылу  $Q = Ft \times r_t = 0,00017 \text{ кг / сек} \times 1003 \text{ кДж/кг} = 0,17 \text{ кДж / сек}$

Жоғары қысымды будың массалық ағыны HPS жылу балансының теңдеуінен табамыз

$Q = F_{hps} \times r_{hps}$  немесе  $F_{hps} = Q / r_{hps} = 0,17 \text{ кДж/сек} / 4494 \text{ кДж/кг} = 8 \cdot 10^{-5} \text{ кг/сек} = 0,0037 \text{ кг/мин}$  мұндағы r<sub>hps</sub> жоғары қысымды будың жасырын меншікті жылуы және 4494 кДж/кг құрайды.

### E-102 жылу алмастырғышын есептеу

E-102 жылу алмастырғышы реакция қоспасын 68°C температурадан 262,5°C температураға дейін жоғары қысымды будың көмегімен қыздыру үшін қолданылады.

Қоспаның негізгі құрамдас бөлігі ретінде Fb капролактамы бастапқы массалық ағыны 0,000176 кг/сек құрайды.

Капролактамы қыздыру үшін берілетін жылу  $Q = Ft \times r_t = 0,000176 \text{ кг / сек} \times 2350 \text{ кДж/кг} = 0,4136 \text{ кДж / сек}$

Суық судың массалық ағыны f<sub>sw</sub> жылу балансының теңдеуінен табылған

$Q = F_c \times r_{lps}$  немесе  $F_{csw} = Q / r_{lps} = 0,4136 \text{ кДж / сек} / 4494 \text{ кДж / кг} = 0,00025 \text{ кг / сек} = 0,092 \text{ кг/мин}$ , мұндағы,

R<sub>lps</sub>-реакция қоспасы салқындаған кезде пайда болатын төмен қысымды будың жасырын меншікті жылуы және 4494 кДж/кг құрайды.

### Жылу алмастырғыштарды есептеу үшін жылу беру теңдеуі жүйесі:

$$Q = k \times S \times \Delta t \text{ немесе } S = Q / k \times \Delta t$$

мұндағы: k- тот баспайтын болаттан жасалынатын жылу беру коэффициенті боып табылады, Вт/ м<sup>2</sup> °C;

S-жылу алмасу беті, м<sup>2</sup>;

Δt- орташа температуралы қысым, °C.

Е- 101 жылу алмастырғыш үшін,

$$S = Q / k \times t = 0,4136 \text{ кДж / сек} / 17,5 \text{ Вт / м}^2 \text{ } ^\circ\text{C} \times 68^\circ\text{C} = 1,60 \text{ м}^2,$$

Мұндағы,

$T = 68^\circ\text{C}$  бұл жағдайда  $k$  берілген температурада Е-102 жылу алмастырғыш үшін  $17,5 \text{ Вт / м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$ -қа тең

$$S = Q / k \times t = 0,4136 \text{ кДж / сек} / 17,5 \text{ Вт / м}^2 \text{ } ^\circ\text{C} \times 262,5^\circ\text{C} = 6,2 \text{ м}^2,$$

мұндағы,

бұл жағдайда  $k$  берілген температурада  $17,5 \text{ Вт / м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$  құрайды .

### Масса алмасу процестері

Масса тасымалдау жабдығына Т-100 – реакция өнімдері мен бастапқы реакцияға түспеген реагенттерді бөлуге арналған ректификациялық баған жатады.

Бөлінгеннен кейін алынған сұйық фракцияның құрамын есептейміз, атап айтқанда  $F_b$  капролактама массалық ағыны  $0,176 \text{ кг/сек}$  құрайды. Капролактама бастапқы ағыны  $0,0015 \text{ моль/сек}$  болды, бірақ тек  $70\%$  реакцияға түсті. Осылайша, капролактама  $30\%$  - ы жауап бермеді немесе  $F_{t\text{unreacted}} = F_t (1-x) = 0,0015 \text{ кг/сек} (1-0,7) = 0,045 \text{ кг/сек}$

Сұйық фракцияның жалпы ағыны  $0,045 \text{ кг/мин}$ .

#### 4.2.1 Т-100 компоненттерін бөлу үшін ректификациялық бағанды есептеу.

Кесте 1. Т-100 ректификациялық бағанының материалдық балансы

Кіріс		Шығын	
Мақала	кг/мин	Мақала	кг/мин
Қоспа	0,045	Бензол	0,01733
		Сутегі	0,00866
Барлығы	0,045	Барлығы	0,045

Теориялық тарелкалар саны

Бағанның жоғарғы бөлігінде- 3

Бағанның төменгі бөлігінде- 6



Барлығы 9 теориялық табак  
Баған диаметрі

$$D = \sqrt{4V/\pi v}$$

Мұндағы,

V-будың көлемді ағыны

$$V = Fb/db = 0,01733 \text{ кг/мин} / 1,082 \text{ кг/м}^3 = 0,016 \text{ м}^3/\text{мин} \text{ қайда,}$$

DB-сірке ангидридiнiң бу тығыздығы 1,082 кг / м<sup>3</sup> v-бу жылдамдығы, м / с бұл ретте бу жылдамдығы шектi және бүрiкшiттi тудырмауы тиiс. Бiз 10 м/мин қабылдаймыз, яғни 1 минут iшiнде бу бүкiл бағаннан өте алады, содан кейiн

$$D = \sqrt{4V/\rho v} = \sqrt{4 \times 0,016 \text{ м}^3/\text{мин} / \pi \times 10 \text{ м/мин}} = 0,045 \text{ м}$$

Бағанның биiктiгi бағанның биiктiгi пластиналар санына пропорционалды  $H = h (N-1)$ , мұндағы n-теориялық пластиналардың саны

h-пластиналар арасындағы қашықтық, ол келесiдей анықталады.

Кесте 2. D бағаналы аппараттың әртүрлi диаметрлерiндегi h пластиналар арасындағы ең аз қашықтық мәндерi.

$D_k, \text{ м}$	0-0,6	0,6-1,2	1,2-1,8	1,8 и более
$H, \text{ м}$	0,15	0,3	0,46	0,6 и более

### 4.3 Көмекшi жабдық

Көмекшi жабдыққа мыналар жатады:

V-100 қайта өңдеуден кейiнгi бастапқы капролактама мен капролактама резервуары кiредi.

#### 4.3.1 Есептеу резервуар

V-100 рециклингiнен кейiн бастапқы капролактама мен капролактама резервуарын анықтаймыз, Q капролактамадың жалпы көлемдiк ағыны 0,15 м<sup>3</sup>/сағ құрайды. Өндiрiстiң үздiксiз жұмысын қамтамасыз ету үшiн бiз бензолды күнделiктi тұтыну көлемiнде сақтаудың мiндеттi нормасын, содан кейiн қажеттi резервуардың көлемiн қабылдаймыз:

$$V = Q \times 1 \text{ күн} = 0,02 \text{ м}^3 / \text{сағ} \times 24 \text{ сағ} = 0,5 \text{ м}^3.$$

## 5. Жабдықтарды таңдау және бағалау

Құрал жабдық нөмірі	Құрал жабдықы аты	Талап етілетін саны	Жабдықтың негізгі сипаттамасы	Кіші Харкармин	Құны	Таңдалған бренд	Каталогная характеристика	Есептеу құны	Есептік құны, харкам бойынша
T-100	Колонна	1	Теориялық пластиналар саны	12	5 000	Shandong Jinta Machinery Group	15	6 500	7 000
E- 101	Жылу алмастырғыш		Бетінің ауданы	м <sup>2</sup>			м <sup>2</sup>		
E- 102	Жылу алмастырғыш		Бетінің ауданы	м <sup>2</sup>			м <sup>2</sup>		
	РИВН реакторы		Реактор көлемі	м <sup>3</sup>			м <sup>3</sup>		
	Резервуар		Резервуар көлемі	м <sup>3</sup>			м <sup>3</sup>		
Барлығы									

SERCI 2000= 367,4

SERCI 2021= 604,5

2000 жылғы Loh каталогындағы жабдықтың есептеу құнын формула бойынша ағымдағы құнға кестеге қайта есептейміз:

**Ланг факторының капиталды шығындарын бағалау.**

Лангтың сұйық жүйесін алу және өңдеу үшін 3-ке тең.

$$CTM = F_{Lang} \times 3 \times 10300 \$ = 30900\$$$

**Күрделі шығындарды модульдік бағалау**

Тікелей және тікелей емес құрылымының шығыстарының мынадай мәндерін қабылдаймыз және егер негізгі жабдықты сатып алу құны болса:

<b>Бап</b>	<b>Шығындар аұқымы,%</b>	<b>Құны US\$</b>
	<b>Тікелей шығындар</b>	<b>16 555</b>
Құрал-жабдықтар сатып алу	50	10300
Сатып алынған жабдықты орнату	4	700
Автоматтандыру және бақылау жүйесін орнату	3	530
Құбыр желілерін орнату	3	500
Электр және АТ жүйелерін орнату	5	1015
Жабдықтарды орнату бойынша құрылыс шығындары	3	532
Цехтың құрылысы бойынша құрылыс шығындары	2	317
Жерді дайындау бойынша құрылыс шығындары	1	107
Жалақы және қызмет ақысы	12	2550
	<b>Тікелей емес шығындар</b>	<b>4000</b>
Инженерлік шығындар және инженерлік бақылау	5	1000
Құрылыс шығындары	5	1010
Жеткізу және сақтандыру бойынша шығындар	2	315

Ескерілмеген шығыстар	8	1650
<b>Барлығы</b>		<b>20555</b>

Лангтың күрделі құны: 20 555\$

Модульдік әдіс бойынша күрделі шығындар: 20 555\$

## 6 Есептеулер

### 6.1 Өндірістік шығындарды есептеу

Кесте 5. Өндірістік шығындар баптары бойынша шығыстардың мынадай мәндерін қабылдайық

Факторлар	Мақаланың типтік бағасы	Қабылданған мән
<b>Тікелей шығындар</b>		
1. Бастапқы материалдардың құны	CRM	CRM
2. Қалдықтарды кәдеге жарату	CWT	CWT
3. Көмекші материалдар	CUT	CUT
4. Жалақы	COL	COL
5. Әкімшілік шығыстар	(0,01–0,02) COL	0,01 COL
6. Техникалық қызмет көрсету және жөндеу	(0,02–0,1) CTM	0,02 CTM
7. Шығын материалдары	(0,002–0,02) CTM	0,002 CTM
8. Зертханалық шығындар	(0,01–0,02) COL	0,01 COL
9. Патенттер мен роялти	(0–0,05) COM	0 COM

<b>Барлық DMC</b>	CRM + CWT + CUT + 1,02 COL + 0,022CTM + 0 COM	
Тұрақты шығындар		

1. Амортизация	0,1 СТМ	0,1 СТМ
2. Жергілікті салықтар және міндетті төлемдер	(0,01–0,05) СТМ	0,01 СТМ
3. Үстеме шығыстар	(0,02–0,05) COL	0,02 COL
Барлық FMC	0,11 СТМ + 0,02 COL	
Жалпы шығындар		
1. Әкімшілік шығындар	(0,02–0,1) COL	0,02 COL
2. Маркетинг және сату шығындары	(0,02–0,2) COM	0,02 COM
3. Ғылыми-өндірістік шығындар	(0–0,05) COM	0 COM
БАРЛЫҒЫ GE	0,02 COL + 0,02 COM	
БАРЛЫҒЫ COM	CRM + CWT + CUT + 1,06 COL + 0,1322СТМ + 0,02 COM	

Осылайша,  $COM = CRM + CUT + CUT + CUT + 1.41 COL + 0.136 СТМ + 0.02$  немесе  $COM = (CRM + CUT + CUT + 1.06 COL + 0.1322 НТМ)/0.98$

мұндағы СТМ- күрделі шығындар және COM-операциялық шығындар.

## 6.2 Бастапқы материалдардың бағасын есептеу

Капролактамының орташа әлемдік бағасы - 10,74 \$/кг және бензол- 11,18 \$ /кг

Капролактамының өндірісі жылына 4.8 т құрайды, өнімнің реакциялық өнімділігі капролактамының рецикліне дейін 70% құрайды.

Капролактамының молекулалық массасы  $M_b = 113$  n, бензолдың молекулалық массасы 78 , судың молекулалық массасы  $M_m = 18$

Капролактамы қайта өңдеусіз тұтыну  $F_t = 0,75 F_B \times M_t / M_b = 0,75 \times 4,8 \times 78 / 113 = 2,48$  тонна жылына

Капролактамы толық шығыны  $F_t' = F_B \times M_t / m_b = 4,8 \times 78 / 113 =$  жылына 3,31 тонна.

Капролактамы рециклмен бірге келеді  $F_t' - F_t = 3,31 - 2,48 = 0,83$  тонна жылына.

Бензол шығыны  $F_h = F_B \times M_h / M_b = 4,8 \times 102/113 =$  жылына 4,33 тонна.

$CRM = 2480 \$ / \text{жыл} \times 3310 \$ / \text{кг} + 4330 \$ / \text{жыл} \times 1 \$ / \text{кг} = 10120 \$ / \text{жыл}.$

### 6.3 Қалдықтарды кәдеге жарату құнын есептеу.

Реакциясы жоқ бензол рециклге жіберіледі.

Суық сутегі көмекші агент ретінде кейінірек бу ретінде қолданылады.

Бу кейінірек су ретінде қолданылады.

Шығарындылар: реакция кірісінде жылу алмасу процестерінде қолдануға болатын су пайда болатынын ескере отырып, бензол реагент ретінде және катализатор ретінде шығарындылар іс жүзінде шамалы негізгі өнімдеріміз болып табылады.

Шығарындыға салынатын салық сомасы:  $0,3 \text{ тонна/жыл} \times 500 \text{ АЕК} \times 2917 \text{ тенге} / 1000 = 437\,550 \text{ тенге/жыл} = 450 \$ / \text{жыл},$

1 АЕК (2021) = 2.917 тенге

CWT = 450 \$/жыл

### 6.4 Қосалқы материалдардың құнын есептеу.

Кесте 6. Көмекші материалдардың құнын есептеу.

Агент түрі	Агент шығыны	Шығыстарды жылына қайта есептеу	Агент құны бір бірлікке, \$.	Агентті сатып алу шығындары, \$ / жыл
Жоғары қысымды будың массалық ағыны $F_{hps}$	0,005 кг/мин	58,4 куб. м/жыл	30,1 \$/1 куб	1757,84

жылу алмастырғыш E-101 (тығыздығы HPS – 45 кг/м3)				
Жоғары қысымды будың массалық ағыны Fhps жылу алмасу Ika E-102 (тығыздығы HPS-45 кг / м3)	0,015 кг/мин	175,2 куб. м/год	30,1 \$/1 куб	5273,52

Сонымен,  $CUT = 1757,84 + 5273,52 = 7031,36/жыл.$

### Өндіріс операторларының жалақысына шығындарды есептеу

Негізгі жабдықтың пайдаланылатын бірліктерінің саны-7 NOL =  $(6,29 + 0,23 N) \frac{1}{2} = (6,29 + 0,23 \times 7) \frac{1}{2} = 2,8$

Қажетті Ауысым саны-2

Барлық ауысым бойынша операторлар саны -  $2 \times 2,8 = 5,6$  адам, әрқайсысына 2 адамнан 6 адамды қабылдаймыз.

Операторлар үшін орташа жалақыны айына 450 доллар белгілейік. Содан кейін  $COL = 6 \text{ адам} \times 400 \text{ \$/ай} \times 12 \text{ ай} / \text{жыл} = 28\ 800 \text{ \$/жыл}.$

### Өндіріс шығындарын есептеу

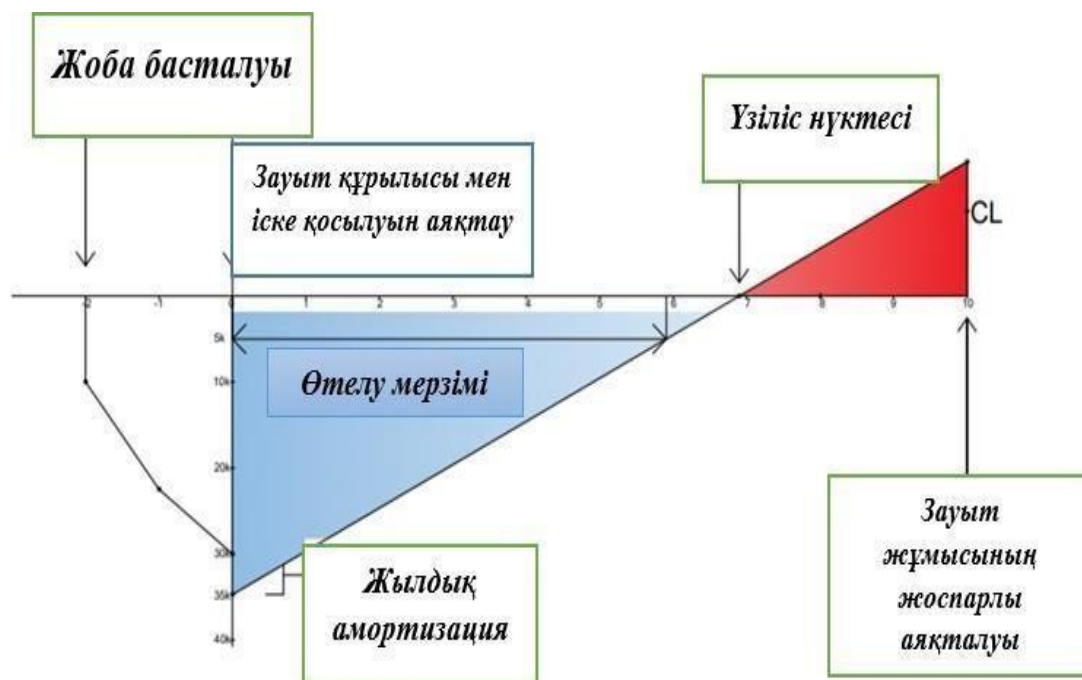
Бұрын есептелген күрделі шығындар  $CTM = 20\ 555 \text{ \$}$  болды

Осылайша өндіріс шығындары

$COM = (CRM + CUT + CUT + 1.06 COL + 0.1322 CTM)/0.98 = (1808\$/жыл + 350 \text{ \$/ жыл} + 7031,36 \text{ \$/ жыл} + 1,06 \times 28\ 800 \text{ \$/ жыл} + 0,1322 \times 20\ 555 \text{ \$}) / 0,98 = 42\ 400 \text{ \$/жыл}.$

Өндіріс құны:  $CN = COM / FB = 42\,400 \text{ \$} / \text{жыл} / 4,8 \text{ т} / \text{жыл} = 8840 \text{ //т}$  немесе  $8,8 \text{ \$} / \text{кг}$ .

## 7 Амортизация және ақша ағыны (Depreciation & CashFlow).



Сурет 4. Амортизация кестесі

### 7.1 күрделі шығындардың амортизациясын есептеу

Амортизацияны екі есе азаятын баланс әдісі бойынша есептейміз. Ол үшін біз  $N$  кәсіпорнымыздың өмір сүру уақытын 10 жылға тең қабылдаймыз және формула бойынша есептейміз:

$$dk^{DDB} = 2/n (CTM - \sum^k dk)$$

Кесте 7. Күрделі шығындардың амортизациясын есептеу

К жылы	Жыл сайынғы амортизация, мың доллар, $dk$ DB	Кәсіпорынның баланстық құны, мың\$, $Bk$ DOB
0	0	$20\,555 - 0 = 20\,555$
1	$2(20\,555 - 0) / 10 = 4\,111$	$20\,555 - 4\,111 = 16\,444$
2	$2(20\,555 - 4\,111) / 10 = 3\,288$	$16\,444 - 3\,288 = 13\,155$
3	$2(16\,444 - 3\,288) / 10 = 2\,631$	$13\,155 - 2\,631 = 10\,524$



4	$2(13\ 155 - 2\ 631) / 10 = 2104$	$10524 - 2104 = 8420$
5	$2(10524 - 2104) / 10 = 1684$	$8420 - 1\ 684 = 6736$
6	$2(8420 - 1684) / 10 = 1347$	$6736 - 1347 = 5\ 389$
7	$2(6736 - 1347) / 10 = 1\ 077$	$5\ 389 - 1\ 077 = 4312$
8	$2(5\ 389 - 1\ 077) / 10 = 862,4$	$4312 - 862,4 = 3\ 449,9$
9	$2(4312 - 862,4) / 10 = 689,92$	$3\ 449,9 - 689,92 = 2760$
10	$2(3\ 449,9 - 689,92) / 10 = 552$	$2760 - 552 = 2208$
Барлығы	18 346-жалпы амортизация	2 208 -өтімді құн

10 жыл ішінде күрделі шығындардың жалпы амортизациясы 36 692 долларды құрады. 10 жыл жұмыс істегеннен кейін кәсіпорынның тарату құны 2 208 долларды құрайды.

### Ақша ағынын есептеу

Ақша ағынын есептеу үшін кәсіпорынның құрылысына арналған жердің құны 20 000 \$ және кәсіпорынның құрылысы мен іске қосылу кезеңі – 2 жыл деген шарт қабылданады. Бірінші жылы күрделі шығындардың 60% – ы, екінші жылы күрделі шығындардың 40% - ы инвестицияланады.

Күрделі шығындар -20 555 \$

Тарату құны- 2 208 \$

Кәсіпорынның өмір сүру уақыты-10 жыл

Жұмыс капиталы (Working Capital or WC) – бұл өндірісті бастау үшін талап етілетін шама (операциялық шығындардың бөлігі), ол кәсіпорынның тұрақты іске қосылуы мен жұмыс істеуі үшін ғана бірнеше айға өндірістік шығындарды құрайды. Өндірістік шығындардың 1 ай көлемінде жұмыс капиталын қабылдар болсақ.

$$WC = 1/12 \times COM = 1/12 \times 42\ 400 \$ /жыл = 3533,3$$

Өтеу мерзімі (Payback Period немесе PBP) - 6 жыл.

Үзіліс нүктесі (break – even)- 7жыл.

Инвестицилардың қайтарылу коэффициенті (rate of Return on Investment немесе ROROI) бір жылдағы жалпы күрделі шығындардың тікелей және пайыздық көлбеу бұрышының тангенсі ретінде доллармен есептелінеді.

$$\text{Осылайша } ROROI = (20\ 555 + 3\ 605) / 7 = 3\ 451 \$ / ROROI \text{ жылы} \% = ROROI \$ / CTM - 1 / n = 3451 / 20\ 555 - 1 / 10 = 6,8\%$$

Жинақталынған қолма-қол ақша коэффициенті немесе Cumulative Cash Ratio немесе CCR (шығынсыздық нүктесінен кейінгі барлық оң ақша ағындарының сомасының шығынсыздық нүктесіне дейінгі теріс сомаға қатынасы),

$$CCR = (10\,000 + 2190,4 + 3605/10-7) / (10\,000 + 20\,400 + 3\,605/7) = 5\,265/4\,857 = 1,08 \text{ жоба үнемді.}$$

Жылына 4 800 кг көлемінде өндірілетін капролактамы өнімдерін сатудан түскен табысты есептейміз.

Бензолдың нарықтық құны 15 \$ / кг құрайды.

Сонда сатудан түскен табыс жылына 4 800 кг X 15 \$/кг = 72 000 \$/ жыл болады.

WC іске қосу үшін жұмыс капиталы 3,605 \$ құрады.

ЖМ құрылысына күрделі шығындар 20 555 мың долларды құрады.

Барлығы 24 555 \$

Жыл	Ақша ағыны	Привед ағымдағы құн,
0	- 24 555/(1+0,09) <sup>0</sup>	-24 555
1	(72 000-3 430)/(1+0,09) <sup>1</sup>	62 908
2	(72 000-3 430)/(1+0,09) <sup>2</sup>	57 714
3	(72 000-3 430)/(1+0,09) <sup>3</sup>	52 950
4	(72 000-3 430)/(1+0,09) <sup>4</sup>	48 600
5	(72 000-3 430)/(1+0,09) <sup>5</sup>	44 560
6	(72 000-3 430)/(1+0,09) <sup>6</sup>	40 880
7	(72 000-3 430)/(1+0,09) <sup>7</sup>	37 500
8	(72 000-3 430)/(1+0,09) <sup>8</sup>	34 410
9	(72 000-3 430)/(1+0,09) <sup>9</sup>	31 570
10	(72 000-3 430)/(1+0,09) <sup>10</sup>	28 965
	<b>ИТОГО NPV</b>	<b>416 052</b>

NPV нөлден немесе 416,052-ден үлкен болғандықтан, жобаға инвестиция салған дұрыс болады, ал егер жоғары NPV баламасы болмаса, корпорациялар бұл жобаға қаражат салуы қажет.

## Қорытынды

Дипломдық жобада капролактамы негізінде биополимер алудың негізгі

жобасы қарастырылған.

Дипломдық жоба тақырыбы бойынша біз келесі нәтижелерге қол жеткіздік:

1. Өнімділігі жылына 4,8 тонна капролактама талшықты КТС әзірленді.

2. Таңдалған схема негізінде материалдық баланс есептелді. Жылу алмастырғыштың жылу балансы анықталды, реакция жүретін негізгі аппарат таңдалды, көрсеткіштер анықталды.

3. Капролактама негізіндегі биополимер өндірісінің техникалық-экономикалық негіздемесі әзірленді. Күрделі шығындар 6 жыл өтелгенде 20 555 долларды құрады. Жылына 4,8 тонналық өндіріс шығындары жылына 42 400 долларды құрады.

Бұл жоба барысында біз экономикалық көрсеткіштерді есептеп, экологиялық мәселелерді қарастырдық.

## ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ДЕРЕККӨЗДЕРДІҢ ТІЗІМІ

1. Zhao, H., Zheng, Y., Wang, Z., Xie, W., Zhou, J., & Zhong, C. (2021). *Preparation of a bacterial flocculant by using caprolactam as a sole*

- substrate and its application in amoxicillin removal. Journal of Environmental Management, 294, 113026. doi:10.1016/j.jenvman.2021.11302*
2. Ashter, S. A. (2016). *Types of Biodegradable Polymers. Introduction to Bioplastics Engineering, 81–151. doi:10.1016/b978-0-323-39396-6.00005-1*
  3. Zhu, J., Fan, X., Han, L., Zhang, C., Wang, J., Pan, L., ... Zhang, M. (2021). *Quantitative analysis of caprolactam in sauce-based food using infrared spectroscopy combined with data fusion strategies. Journal of Food Composition and Analysis, 104, 104130. doi:10.1016/j.jfca.2021.10413*
  4. Guo, C., Li, L., Cheng, J., Zhang, J., & Li, W. (2012). *Solubility of caprolactam in different organic solvents. Fluid Phase Equilibria, 319, 9–15. doi:10.1016/j.fluid.2011.12.004*
  5. Хонг, Дж., и Сюй, Х. (2012). *Оценка воздействия производства капролактама на окружающую среду на примере Китая. Журнал чистого производства, 27, 103–108. doi: 10.1016/j.jclepro.2011.12.03*
  6. Syed Ali Ashter, 5 - Types of Biodegradable Polymers, Editor(s): Syed AliAshter, In *Plastics Design Library, Introduction to Bioplastics Engineering*, William Andrew Publishing, 2016, Pages 81-151, ISBN 9780323393966,
  7. Mitesh Bhansali, Neha Dabholkar, P. Swetha, Sunil Kumar Dubey, Gautam Singhvi, Chapter 18 - Solid Oral Controlled-Release Formulations, Editor(s): Ahmad Taher Azar, *Modeling and Control of Drug Delivery Systems*, Academic Press, 2021, Pages 313-331, ISBN 9780128211854,
  8. Katarzyna Janda, 6.13 - PETROLEUM PRODUCTS, Editor(s): Michalina Falkiewicz-Dulik, Katarzyna Janda, George Wypych, *Handbook of Material Biodegradation, Biodeterioration, and Biostabilization (Second Edition)*, ChemTec Publishing, 2015, Pages 257-375, ISBN 9781895198874, <https://doi.org/10.1016/B978-1-895198-87-4.50010-4>.
  9. Sachinkumar V. Patil, Sardar S. Shelake, Shitalkumar S. Patil, 11 -Polymeric materials for targeted delivery of bioactive agents and drugs, Editor(s): Sabu Thomas, Preetha Balakrishnan, M.S. Sreekala, In *Woodhead Publishing Series in Biomaterials, Fundamental Biomaterials: Polymers*, Woodhead Publishing, 2018, Pages 249-266, ISBN 9780081021941, <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102194-1.00011-6>.
  10. Ehsan Bari, Jeffrey J. Morrell, Asghar Sistani, 2 - Durability of natural/synthetic/biomass fiber-based polymeric composites: Laboratory and field tests, Editor(s): Mohammad Jawaid, Mohamed Thariq, Naheed Saba, In *Woodhead Publishing Series in Composites Science and Engineering, Durability and Life Prediction in Biocomposites, Fibre-Reinforced Composites and Hybrid Composites*, Woodhead Publishing, 2019, Pages 15-26, ISBN 9780081022900, <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102290-0.00002-7>.
  11. Agarwal, S. *Biodegradable Polymers: Present Opportunities and Challenges in Providing a Microplastic-Free Environment. Macromol. Chem. Phys. 2020, 221, 2000017.*
  12. Sudesh, K.; Iwata, T. Sustainability of biobased and biodegradable plastics. *CLEAN Soil Air Water* 2008, 36, 433–442.

13. Технологический регламент производства капролактама цеха №37 ОАО «КуйбышевАзот».
14. Fukuda, T. Fundamental kinetic aspects of living radical polymerization and the use of gel permeation chromatography to shed light on them. *J. Polym. Sci. Part A Polym. Chem.* 2004, 42, 4743–4755.
15. Kona Mondal, Tabli Ghosh, Purabi Bhagabati, Vimal Katiyar, Chapter 8 - Sustainable Nanostructured Materials in Food Packaging, Editor(s): Niranjana Karak, *Dynamics of Advanced Sustainable Nanomaterials and their Related Nanocomposites at the Bio-Nano Interface*, Elsevier, 2019, Pages 171-213, ISBN 9780128191422, <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819142-2.00008-2>

## ҒЫЛЫМИ ЖЕТЕКШІ

### ПІКІРІ

Дипломдық жоба

Сайджабар Мұхаммед Маратұлы 5B070100- Биотехнология

Тақырыбы: «Қуаттылығы 4,8 т /жыл капролактама негізінде биобұйымдайтын полимер өндіретін кәсіпорынның есебі мен дизайны»

«Қуаттылығы 4,8 т /жыл капролактама негізінде биобұйымдайтын полимер өндіретін кәсіпорынның есебі мен дизайны» дипломдық жоба тақырыбы тақырыбы өте өзекті, өйткені ол тұрмыстық қалдықтардан төмен көміртекті энергия көзін алудың маңызды мәселелерінің бірін шешуге көмектеседі.

Дипломдық жоба логикалық құрылымдалған, барлық бөліктер арасында байланыс бар. Қойылған міндеттер шешілді, мақсаттарға қол жеткізілді, тақырып толығымен қамтылды.

Аталған биохимиялық өндірістің техникалық-экономикалық негіздемесін дайындау бойынша дағдылар мен құзыреттерді көрсетті.

Жобада келесі міндеттер толығымен шешіліп, келесі дағдылар көрсетілді: химиялық-технологиялық жүйелерді құру және жобалау, капролактама алу процесінің химизмінің технологиялық мәселесін шешу; ішкі жүйелерді, ағындарды және негізгі жабдықты сипаттау, химиялық реакторды таңдау және есептеу, негізгі жабдықты есептеу, жабдықты таңдау және бағалау, зауыт құрылысына күрделі шығындарды бағалау; белгіленген өнімділікке сәйкес өндірістік шығындарды бағалау; амортизацияны есептеу және ақша ағынын құру; кәсіпорын рентабельділігінің негізгі уақыт және қаржылық көрсеткіштерін бағалау; жобаның таза келтірілген құнын есептеу.

Жалпы, жұмыс барлық қажетті стандарттарға сәйкес келеді, "өте жақсы" деген бағаға лайық, қорғауға ұсынылады. Ал оның авторы Сайджабар Мұхаммед Маратұлы " Биотехнология " мамандығы бойынша бакалавр біліктілігін алуға лайық

Ғылыми жетекшісі  
Кафедра профессоры, хим. ғылымдар докторы  
(лауазымы, оқу дәрежесі, атағы)  
(қолы)



Р. М. Исаков

" 1 " маусым 2023 ж.

Дипломдық жобаға  
**РЕЦЕНЗИЯ**

**Satbayev University студенті:**

Сайжабар Мұхаммед Маратұлы

**Оқу жылы:** 4

5B070100- Биотехнология

**Дипломдық жобаның тақырыбы:** «Қуаттылығы 4,8 т /жыл капролактама негізінде биоыдырайтын полимер өндіретін кәсіпорынның есебі мен дизайны»

**Ғылыми жетекші:**

Искаков Ринат Маратович - профессор, химия ғылымдарының докторы

Дипломдық жоба тақырыбы «Қуаттылығы 4,8 т /жыл капролактама негізінде биоыдырайтын полимер өндіретін кәсіпорынның есебі мен дизайны» өте өзекті, өйткені ол мүмкін болатын энергетикалық және экологиялық дағдарыстарды шешуге бағытталған.

Кіріспеде түлек мақсатты дұрыс тұжырымдап, жобада шешілуі керек міндеттерді анықтады.

Бірінші тарауда автор мәселенің теориялық негіздемесін ұсынады. Теориялық негіздер жобада қолданылатын әдістің мәнін ашады.

Екінші тарау процесс пен кәсіпорынның схемасын құруға арналған. Әрі қарай, автор әр тарауды аралық қорытындылармен аяқтай отырып, әр жабдық пен қосалқы материалдарды есептейді. Кәсіпорынның рентабельділігіне толық экономикалық бағалау жүргізілді.

Қорытындыда капролактама негізіндегі биологиялық үйлесімді мономердің қалдықсыз экологиялық таза рентабельді өндірісі әзірленген қорытындылар келтіріледі.

Дипломдық жоба логикалық құрылымдалған, барлық бөліктер арасында байланыс бар. Қойылған міндеттер шешілді, мақсаттарға қол жеткізілді, тақырып толығымен қамтылды.

Түлек аталған биохимиялық өндірістің техникалық-экономикалық негіздемесін дайындау бойынша дағдылар мен құзыреттерді көрсетті.

Жалпы, жұмыс барлық қажетті стандарттарға сәйкес келеді, "өте жақсы" деген бағаға лайық, қорғауға ұсынылады. Ал оның авторы Сайджабар Мұхаммед Маратұлы таңдалған 5B070100-Биотехнология бағдарламасы бойынша бакалавр біліктілігін алуға лайық.

Күні: "26" мамыр 2023 ж

Рецензент:

химия ғылымдарының докторы

Бас ғылыми қызметкер

А. Б. Бектұров атындағы Химия ғылымдары институты



Ю.В. К.



## Метаданные

Название

Кваттылыгы 4.8 тг капролактам негізінде биоыдырайтын полимер өндіретін кәсіпорынның есебі мен дизайны.docx

Автор

Научный руководитель / Эксперт

Сайдажар М.М

Ринат Исаков

Подразделение

ИГиНГД

## Список возможных попыток манипуляций с текстом

В этом разделе вы найдете информацию, касающуюся текстовых искажений. Эти искажения в тексте могут говорить о ВОЗМОЖНЫХ манипуляциях в тексте. Искажения в тексте могут носить преднамеренный характер, но чаще, характер технических ошибок при конвертации документа и его сохранении, поэтому мы рекомендуем вам подходить к анализу этого модуля со всей должной ответственности. В случае возникновения вопросов, просим обращаться в нашу службу поддержки.

Замена букв	В	28
Интервалы	A→	23
Микропробелы	␣	54
Белые знаки	␣	0
Парафразы (SmartMarks)	a	0

## Объем найденных подоби

Обратите внимание! Высокие значения коэффициентов не означают плагиат. Отчет должен быть проанализирован экспертом.



КП1

25

Длина фразы для коэффициента подобия 2



КП2

3419

Количество слов



КЦ

23943

Количество символов

## Подобия по списку источников

Просмотрите список и проанализируйте, в особенности, те фрагменты, которые превышают КП №2 (выделенные жирным шрифтом). Используйте ссылку «Обозначить фрагмент» и обратите внимание на то, являются ли выделенные фрагменты повторяющимися короткими фразами, разбросанными в документе (совпадающие сходства), многочисленными короткими фразами расположенные рядом друг с другом (парафразирование) или обширными фрагментами без указания источника ("криптоцитаты").

### 10 самых длинных фраз

Цвет текста

ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР	НАЗВАНИЕ И АДРЕС ИСТОЧНИКА URL (НАЗВАНИЕ БАЗЫ)	КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИЧНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ)
из базы данных RefBooks (0.00 %)		
ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР	НАЗВАНИЕ	КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИЧНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ)
из домашней базы данных (0.00 %)		
ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР	НАЗВАНИЕ	КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИЧНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ)
из программы обмена базами данных (0.00 %)		

ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР	НАЗВАНИЕ	КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИЧНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ)
из интернета (0.00 %)		
ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР	ИСТОЧНИК URL	КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИЧНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ)

## Список принятых фрагментов (нет принятых фрагментов)

ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР	СОДЕРЖАНИЕ	КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИЧНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ)
------------------	------------	---