

Қ.И.СӘТБАЕВ атындағы ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ ТЕХНИКАЛЫҚ ЗЕРТТЕУ
УНИВЕРСИТЕТІ
ХИМИЯЛЫҚ ЖӘНЕ БИОЛОГИЯЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР ИНСТИТУТЫ
ОРГАНИКАЛЫҚ ЗАТТАР МЕН ПОЛИМЕРЛЕРДІ ӨНДЕУДІҢ
ХИМИЯЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯСЫ КАФЕДРАСЫ

Изтаева Аида

ФТАЛЬ АНГИДРИДІН АЛУ ҚОНДЫРҒЫСЫН ЖОБАЛАУ

ДИПЛОМДЫҚ ЖОБА

5B072100–«Органикалық заттардың химиялық технологиясы» білім беру
бағдарламасы бойынша

Алматы 2019

СӘТБАЕВ
УНИВЕРСИТЕТІ



Қ.И.СӘТБАЕВ атындағы ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ
ТЕХНИКАЛЫҚ ЗЕРТТЕУ УНИВЕРСИТЕТІ
ХИМИЯЛЫҚ ЖӘНЕ БИОЛОГИЯЛЫҚ
ТЕХНОЛОГИЯЛАР ИНСТИТУТЫ
ОРГАНИКАЛЫҚ ЗАТТАР МЕН
ПОЛИМЕРЛЕРДІ ӨНДЕУДІҢ ХИМИЯЛЫҚ
ТЕХНОЛОГИЯСЫ КАФЕДРАСЫ

«Қорғауға жіберілді»

Кафедра меңгерушісі

Г.Ж.Елигбаева

ДИПЛОМДЫҚ ЖОБА

тақырыбы: «ФТАЛЬ АНГИДРИДІН АЛУ ҚОНДЫРҒЫСЫН ЖОБАЛАУ»

5B072100–«Органикалық заттардың химиялық технологиясы» білім беру
бағдарламасы бойынша

Орындаған

Изтаева Аида

Ғылыми жетекші, х.ғ.д.,
ассоц.профессор

Селенова Б.С.

Кіріспе

Қазіргі таңда мұнай химия өндірісінің қарқынды дамуына байланысты әлемдік нарықта органикалық заттарға сұраныс күннен күнге шапшаң түрде өсуде.

Сондықтан ароматты көмірсутектерді өңдеу және олардан әр түрлі өнімдерді алу еліміздің экономикасын жаңа деңгейге көтерді. Ароматты көмірсутектер химиялық өндірісінің және кең тұтыну өнім өндірісінде қолданылатын ең маңызды шикізат көзі болып табылады [1].

Қазақстандағы ароматты көмірсутектер өндіруге бірден бір септігін тигізетін зауыт Атырау мұнай өңдеу зауытты болып табылады. Себебі бұл зауытта хош иісті көмірсутек өндіретін кешен АКӨК дамып келе жатыр.

Ароматты көмірсутектердің маңызды өкілдерінің бірі о-ксилол.

Фталь ангидридтің о-ксилолдан булыфазалы әдісімен алу технологиясы келешекте үлкен маңызы бар өндірістердің бірі болып табылады. Себебі, фталь ангидридті органикалық химия өндірісінің аралық өнімі болып табылады. Фталь ангидридтінің негізгі қолданушысы болып пластикалық масса және бояғыштар материалдар өндірісі болып табылады. Пластикалық массалар өндірісінде фталь ангидридті пластификатор өндіру үшін қолданылады. Ал бояғыш заттар өндірісінде фталь ангидридті флюоресцен, родамин және антракинон туындылары, фтазол және фенилин тәрізді препараттар - глифтал және пентафталий шайырларын және бояғыштарын өндіруге арналған шикізат болып табылады.

1 Әдеби шолу

1.1 Ароматты көмірсутектер және оларды өндірудің маңызы

Қазіргі жаһанда ароматты көмірсутектерді өндіру мұнай-химиясының күннен-күнге дамып келе жатқан маңызды салаларының бірі болып табылады. Ароматты көмірсутектерді қолдану оның ерекше қасиеттеріне: энергетикалық тұрақтанылған құрлым, орын басу реакцияларындағы жоғары реакциялық қасиеттерімен негізделген. Көрсетілген қасиеттер кешені ароматты көмірсутектер негізінде техникалық маңызды өнімдерді алуға мүмкіндік тудырады. Ол өнімдерді атап өтсек: жоғары термиялық тұрақтылығымен және механикалық беріктілігімен, жоғары диэлектрлік қасиеттерімен ерекшеленетін синтетикалық материалдар; кең ауқымды физиологиялық-активті заттар мен бояғыштар; әр түрлі стабилизаторлар; жарылғыш заттар; фармацевтикада кенінен қолданылады. Ароматты көмірсутектерден әр түрлі материалдар мен заттарды алу мүмкіндігі шексіз болғандықтан ароматты көмірсутектерді түрлі салалар өндірісі үшін бағалы шикізат ретінде қолданылады.

Бүгінгі таңда ароматты көмірсутектердің заманауи тұтынудың негізгі ерекшелігі оларды ірі тоннажды полимерлі материалдарды, пластификаторларды және синтетикалық талшықтарды өндіруде пайдаланылатын мономерлердің салыстырмалы түрде аз мөлшерін өндіруге арналған. Оларды өндіруге негізгі бес шикізаттарды пайдаланылады: бензол, о- және п-ксилол, толуол, нафталин [1].

Ароматты көмірсутектерге деген сұраныс әлемдің нарықта жылдан – жылға өсіп келуде (кесте 1). Оған себеп болып ароматты көмірсутектердің қолдану аясының түрлілігінде.

1 кесте

Ароматты көмірсутектердің әлемдік өндірісі млн.т

Ароматты көмірсутек	1995	2005	2012	2017
Бензол	26,7	37,8	57,54	60
Толуол	12,8	20,5	35,2	45
Ксилолдар	15,3	27,6	42	53
Барлығы	54,8	55,2	134,74	158

1.2 О-ксилол өндірісі

Қазіргі кезеңде ксилолдар өндірісі жоғары жылдамдықпен дамып келе жатыр. Оған негізгі себеп ксилолдардың шикізат ретінде пайдаланудың көптүрлілігі. Негізгі болып параксилол (жалпы көлемнің 81% - ы) шығады, ол негізінен терефталъ қышқылы өндірісінде қолданылады; ортоксилолды тұтынудың негізгі саласы - фталъ ангидридін алу, ал метаксилолды -изофталъ қышқылының синтезі.

2012-2016 жылдары Ресейде о-ксилол өндірісі 14% - ға өсті: 499 мың т-дан 569 мың т-ға дейін. көрсеткіш 2013 жылдан басқа кезеңнің барлық жылдарында оның мәні 2012 жылғы деңгейге 0,1% - ға төмендеген кезде өсім көрсетті. 2015 және 2016 жылдары экспорт көлемінің өсуі өндірістің ұлғаюының негізгі драйвері болды, ол өткен жылдардың деңгейіне тиісінше 4,8% және 31,4% құрады [2].

2017-2021 жылдары о-ксилол өндірісі жылына 0,5-17,7% қарқынмен өсуі күтілуде.

Қазақстанда о-ксилол «Атырау мұнай өңдеу зауытындағы» Хош иісті көмірсутек өндіретін кешенен алынуға мүмкіндік туғызады. Хош иісті көмірсутек өндіретін кешендегі 650 секцияда «Хумах» - ксилолды изомерлеу қондырғысы жұмыс істейді. О -ксилол осы екінші қабаттағы ксилолды изомерлеу қондырғысындағы изомеризация процессінің қосалқы өнімі ретінде пайда болады [3].

О-ксилолға деген сұраныстың экономикада қарқынды өсуіне байланысты Қазақстанда о-ксилол өндірісі мұнай-химия өндірісінде алдыңғы орынға шығуда. Қазақстанда 2017 жылы о-ксилол өндірісі 296 мың т/жыл болды.

Бірақта, о-ксилол аралық өнім болғандықтан, оларды өндірмей тікелей сату экономикалық жағынан тиімсіз, сондықтан оларды өндіріп, басқа да тауарлар алу еліміздің экономикасын әлемдік нарықта жаңа деңгейге көтереді.

Сондай о-ксилолдан алуға болатын органикалық синтез өнімі - фталъ ангидридті болып табылады.

1.3 Фталъ ангидридін алу әдістері

Фталъ ангидридін өнеркәсіптік синтезі бастапқыда 250-300°C кезінде сынап сульфатының қатысуымен нафталинді концентрацияланған күкірт қышқылымен тотықтыру жолымен жүзеге асырылды. Фталъ ангидридін шығуы 20-25% құрады. Бұл ретте күкірт қышқылы ұстап талап етілген күкіртті газға дейін ыдырады. Сынапты және түтінді күкірт қышқылын қолдану, сондай-ақ күкіртті газдың көп мөлшерін бөлу зиянды еңбек жағдайларын туындатқан. Әдіс аз өндіріліп, техникалық-экономикалық көрсеткіштер төмен болды [4].

Бұдан әрі өнеркәсіпте фталъ ангидридін нафталинді ауамен парофазалы каталикалық тотықтырумен алу әдісі әзірленді және игерілді. Бұл әдіс нафталинді күкірт қышқылымен тотықтыру әдісін толығымен ығыстырды. Булыфазалы тотығу кезінде нафталин буының 325— 450 °С ауамен қоспасын құрамында ванадий тотығы немесе тұзы бар қатты катализатор қабаты арқылы өткізеді. Тотықтың негізгі өнімі-фталъ ангидридті, жанама өнімдер: 1, 4-нафтохинон, малеин ангидрид, көміртектің қос тотығы және су.

1961 жылға дейін нафталиннің жалғыз көзі таскөмір шайыры металлургиялық кокстың жанама өнімі болып табылады. Соңғы онжылдықта синтетикалық материалдардың және, тиісінше, фталъ ангидридті өндірудің өсу қарқыны коксохимия өнеркәсібінің өсу

қарқынынан асып түсті. Нафталиннің негізгі саны фталъ ангидридін өндіруге жұмсалатындықтан, аталған жағдайлардың салдарынан көптеген елдерде нафталин ресурстары таусылып, фталъ ангидридін өндіру үшін шикізат базасын кеңейту проблемасы туындады. Қазіргі уақытта көп мемлекеттерде бұл мәселе о-ксилол шикізатын пайдалану жолымен шешілді. Соңғысы синтетикалық талшықтарды өндіру үшін қажетті п-ксилолды алу мақсатында изомерлі ксилолдардың қоспасын бөлу кезінде үлкен мөлшерде алынады.

О-ксилолдан фталъ ангидридін буфазалы немесе сұйықфазалы каталитикалық тотығу кезінде алынуы мүмкін. Фталъ ангидридін о-ксилолдың булыфазды каталитикалық тотығу әдісі өнеркәсіптегі ангидрид үлкен көлемде жүзеге асырылған.

1.4 Фталъ ангидридiнiң қолданылуы

Фталъ ангидридiнiң негiзгi тұтынушысы пластикалық массалар мен лак-бояу материалдарының өнеркәсiбi болып табылады. Пластикалық массалар өндiрiсiнде фталъ ангидридi пластификаторлар жасау үшiн қолданылады. Лак-бояу өнеркәсiбiнде фталъ ангидридi алкидтi шайырлар (глифталъ) түрiнде, негiзiнен-пленка түзетiн материалдар ретiнде пайдаланылатын модификацияланған глифталъ шайырлары түрiнде қолданылады [5].

Фталъ ангидридiнiң негiзiнде бояғыштарға арналған бiрқатар аралық өнiмдер шығарады. Сонымен қатар, фталъ ангидридiн қолдану арқылы басқа да құнды өнiмдердi алуға болады: дәрiлiк заттар, инсектицидтер, каучук вулканизациясын жылдамдатқыштар, майлайтын майларға арналған қоспалар, реактивтi отынға қоспалар және т. б.

Фталъ ангидридiн тұтыну құрылымы мынадай мысалдармен безендiрiлуi мүмкiн. АҚШ-та 2009 жылы фталъ ангидридiнiң 32% алкид шайырларын өндiруге, 47%-пластификаторларды синтездеу үшiн және 11%-модификацияланған полиэфирлердi өндiруге жұмсалады. Осылайша, АҚШ-та фталъ ангидридiнiң 90% бояғыштар мен басқа да аз тоннажды химикаттар өндiрiсiне жұмсалған [5]. 2008 жылы Францияда фталъ ангидридiнiң 97% пластикалық массалар мен лак-бояу материалдарын өндiруге жұмсалған. Италияда 2005 жылы сол ангидрид пластификаторлар өндiруге, 15%-лак - бояу өнеркәсiбiнде және 15%-химия өнеркәсiбiнiң басқа салаларында (бояғыштар, резеңке үшiн химикаттар және т.б. өндiру) жұмсалды.

2 Технологиялық бөлім

2.1 Өндіріс әдісін таңдау

Қазіргі уақытта о-ксилолдың фталъ ангидридіне дейін буфазалы және сұйық фазалы тотығу әдістері белгілі. Сұйықфазалы тотығу әдісімен алынатын фталъ ангидридінің мөлшері өте аз. Сондықтан өнеркәсіпте о ксилолды булыфазада тотықтыру ең ыңғайлы және кең масштабта қолданылатын әдіс болып табылады. Сондықтан, мен дипломдық жобамда фталъ ангидридің алу үшін ортоксилолды булы фазада ванадий-калий-сульфатты катализаторы қатысында алу тәсілін таңдадым.

2.2 Шикізат, дайын өнім мен көмекші материалдардың қысқаша сипаттамасы

Фталъ ангидриді өндірісінде шикізат ретінде о–ксилол қолданылады. О-ксилолдың негізгі көрсеткіштері 2-кестеде көрсетілген.

2 кесте

О-ксилолдың негізгі көрсеткіштері

Сыртқы түрі, түсі	Түссіз сұйықтық, бөтен қалдықтар мен суы жоқ
20°C температурада тығыздығы, г/ см ³	0,878-0,880
Айдаудың температуралық шектері 5-тен 95% - ға дейін, °С, артық емес	0,4
Кристалдану температурасы, °С, төмен емес	-25,5
Негізгі заттың құрамына сәйкес келеді, мол%, кем емес	992
Бром саны, бром қ. 100 м ³ ортоксилол, артық емес	0,18

Өнім ретінде фталъ ангидриді шығады. Өнімнің негізгі сипаттамасы 3 кестеде берілген. Химиялық құрамы бойынша фталъ ангидриді бензолортодидикарбон қышқылының ангидриді - C₆H₅-COCOO болып табылады.

3 кесте

Фталъ ангидридінің негізгі сипаттамасы

Сыртқы түрі, түсі	Ақ инелі кристаллдар
Тығыздық 4 °С, г/см ³	1,53
Тығыздық 150°C, г/см ³	1,2
Балқу температурасы, °С	131

3 кестенің жалғасы

Негізгі заттың мөлшері, % масса бойынша	99,7
Қоспалар мөлшері, % масса бойынша	0,03

Фталъ ангидридін булыфазалы тотығу әдісімен алғанда қолданылатын тотықтырушы болып ауа табылады, оның негізгі көрсеткіштері 4-ші кестеде келтірілген.

4 кесте

Тотықтырғыш агент - ауаның негізгі сипаттамасы

Сыртқы түрі, түсі	түссіз
Тығыздығы, 25°C	1,87
Тығыздық 4 °C, г/см ³	1,27
Ауаның судағы ерігіштігі	29,18

О-ксилолдың булыфазалық каталитикалық тотығу реакциясына аралас ванадий-калий-сульфатты катализаторын қолданады. Аралас ванадий-калий-сульфатты катализаторы ванадийдің бесоксидімен салыстырғанда әлдеқайда төмен өнімділікке ие, бірақ оның қатысында фталъ ангидридін шығымы 85-88% (тазартылған өнім шығымы 83-84%) құрайды. Сондықтан осы катализаторлар өнеркәсіпте кеңінен қолданылады. Катализатор ванадий және калий сульфаттары ерітіндісімен сіңірілген. Ванадий-калий сульфаты катализаторының өнімділігі - 1 л катализатор сағатына 110 г фталъ ангидридін құрайды.

Аралас ванадий-калий-сульфатты катализбен жұмыс істегенде айналу о-ксилолдың дәрежесі келесі көрсеткіштермен сипатталады: фталъ ангидридін 87-91%, малеин ангидридін 2,8-3,3% айналады, күйіп кетеді және бастапқы о-ксилолдың 2,0—4,1% басқа өнімдеріне ауысады. Ванадий-калий-сульфатты катализаторының өнімділігі сағатына 1 кг катализатор бар 65-70 г фталъ ангидридін немесе сағатына 1 л катализатор бар 40-42 г фталъ ангидридін (теориялық байланыс сатысында 86-91% барысында). Катализатордың қызмет ету мерзімі 5 жылдан астам. Калий сульфаты катализатордың жоғары белсенділігін төмендететін (жоғары кеуекті силикагельді қолдану кезінде алынатын) және оның іріктелуін арттыратын ингибитор рөлін атқарады[7].

О-ксилолдың каталитикалық тотығу процессіне қолданылатын ванадий-калий-сульфатты катализаторының көрсеткіштері 5 кестеде көрсетілген.

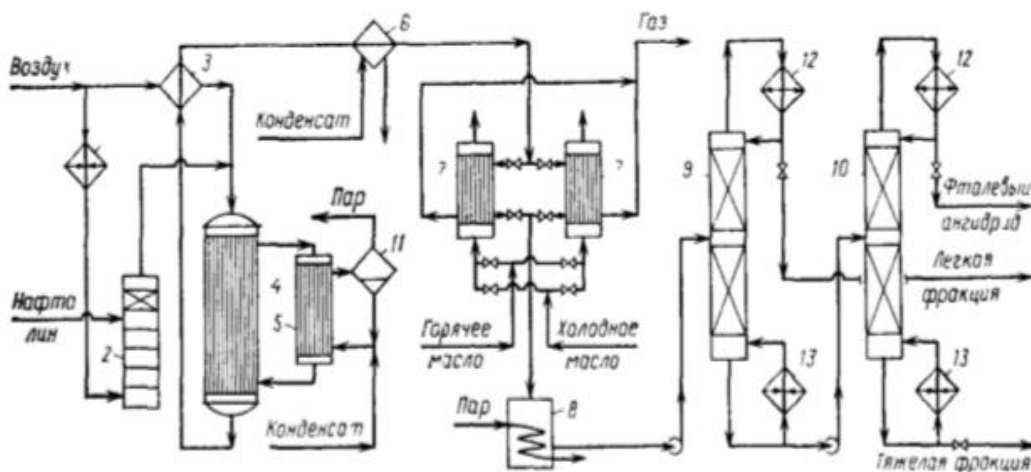
5 кесте

ванадий-калий-сульфатты катализаторының көрсеткіштері

Көрсеткіштер	Анализға арналған таза	Таза
Ванадий мөлшері (V_2O_5 есептегенде),%, кем дегенде	43	42
Қоспалар мөлшері % кем дегенде:		
Суда ерімейтін заттар	0,02	0,03
Темір	0,002	0,015
Ауыр металлдар	0,005	0,01
Сілтілі металлдар (Na_2O есептегенде)	0,07	0,1

2.3 Қондырғы сұлбасының технологиялық сипаттамасы.

Фталь ангидридiнiң алу үшiн о- ксилолды булыфазада стационарлы катализатор қабатында тотықтыру қондырғысының технологиялық схемасы 1-шi суретте келтiрiлген [8]. О-ксилол бiрнеше қақпақты табақшалармен жабдықталған 2 буландырғышқа жiберiледi, онда $100^{\circ}C$ –қа дейiн қыздырылып, алдын ала 1 жылуалмастырғышта жылытылған ауаның бiр бөлiгiмен араластырылады. 2 буландырғышта ауа о-ксилол буымен 8-10% концентрациясына дейiн қанықтырылады, бұл жарылғыш қоспа түзудiң жоғарғы шегiнен асады. Қалған ауаны жылу 3 алмастырғышта реактордан шыққан ыстық реакциялық газбен жылытылып, о-ксилолдың буымен қаныққан ауамен араласып, қоспа 4 түтiктi реакторға берiледi.



1-жылытқыш; 2-буландырғыш; 3,6-жылуалмастырғыштар; 4-реактор; 5-қазан утилизатор; 7-конденсатор; 8-жинағыш; 9,10- ректификациялық колонналар; 11-бу жинағыш; 12-дефлегматор конденсатор; 13-қыздырғыштар

1 сурет. О - ксилолды булыфазада стационарлы катализатор қабатында ауамен тотықтыру қондырғысының технологиялық схемасы

Реакция жылуы реактордан 5 қазан - утилизатор арқылы айналып отыратын тұздардың балқымасымен әкетіліп отырылады. 5 қазан – утилизаторда жоғары қысымды (5 МПа дейін) бу генерацияланады. Бұл будың көмегімен тотығуға ауа беретін турбокомпрессордың жетегін жүзеге асырады, сонымен қатар турбинадан жалбыз буды ішінара осы қондырғыда пайдаланады, ал ішінара басқа мақсаттар үшін береді. Ыстық реакциялық газдар 3 жылу алмастырғышта ауаға жылу береді және одан кейін 6 жылу алмастырғышта салқындатылады, мұнда (әр түрлі схемаларда) немесе төмен қысымды бу шығарады немесе қазандық-утилизаторға баратын су конденсатын жылытады.

Салқындатылған реакциялық газдар одан әрі жүйеге қабырғалы құбырлармен, салқындатылатын маймен екі кезекпен жұмыс істейтін 7 конденсаторға келіп түседі. Фталъ ангидридін конденсатор құбырларында қатты түрде жеткілікті мөлшерде жинақталғанда, газ ағынын екінші конденсаторға ауыстырады, ал біріншісі ыстық маймен жылытылады. Балқытылған фталъ ангидрид конденсатордан 8 аралық сыйымдылыққа ағады, ал одан 9 және 10 вакуум-ректификациялық колонналар жүйесіне тазалануға түседі, бірінші колоннада ұшпа заттардан бөлінеді, ал екіншісінде таза фталъ ангидридін дистиллят ретінде шығарылып алынады. 9 колоннаның жеңіл поғоны және 10 колонналар ауыр кубтық қалдығы өртеніледі.

Фталъ ангидридін о-ксилолдан алу схемасындағы фталъ ангидридін нафталиннен алу схемасынан басты айырмашылығы – шикізатты балқытқыш аппараты болмайды және ауа бөлінбейді.

3 Технологиялық есептеу

3.1 Бастапқы деректер

О-ксилолды ауаның қатысында тотықтыру процессіне қолданылатын заттардың бастапқы деректері.

Тауарлық фталъ ангидридiнiң (ФА) құрамы:

-фталъ ангидридi 99,0 %

-органикалық қоспалар 1,0 %

Фталъ ангидридiнiң жылдық өнiмдiлiгi-90000 тонна/жыл

Тауарлық ФА сағаттық шығарылуы:

$$G_{\text{сағ}} = 3500 \text{ кг / сағ},$$

немесе таза ФА:

$$G_{\text{фа}} = 3500 * 0.99 = 3465 \text{ кг / сағ}.$$

Процестiң сатылары және фазалар бойынша ФА шығындары:

Тотыққан о-ксилолдан (ОК) $h_1 = 74,0 \%$

ФА конденсациясы (шикi ФА алу) $h_2 = 99,5 \%$

шикi ФА дистилляциясы (тауарлық ФА алу) $h_3 = 98,5\%$

Жалпы шығыны:

$$h_{\text{жалпы}} = 0,74 * 0,995 * 0,985 = 0,725 (72,5 \%)$$

МА-ға айналатын ОК үлесi - 7,0 %

СО₂ және Н₂О дейiн жанатын ОК үлесi - 19,0 %

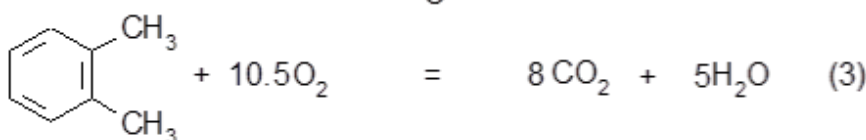
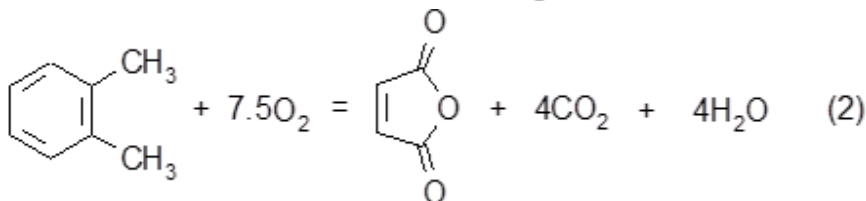
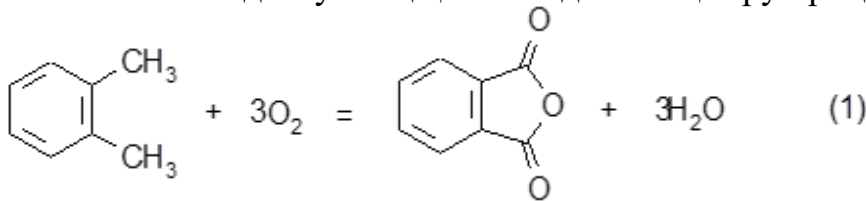
Ауа массалық қатынасы : ОК = 30 : 1 (кг / кг)

ФА-шикi ФА құрамы - 98,0 %

3.2 Өндiрiс сатылары бойынша материалдық балансты есептеу

Тотығу сатысы. Саты бойынша шығым - 74%.

О-ксилолды ауаның қатысында тотықтыру процессiнiң химизiмi:



Орташа күндік (сағаттық) жалақы барлық жағдайларда есепті кезеңде есептелген жалақы сомасын жұмыс уақыты теңгерімін негізге ала отырып:
 $3465 \cdot 106 / 148 \cdot 0,725 = 3423 \text{ кг/сағ}$

Ауа сағаттық шығыны:

$$G_{\text{сағ}}^{\text{ауа}} = 3423 \cdot 30 = 102690 \text{ кг/сағ}$$

Алынған заттардың санын анықтау:

ФА сағаттық саны құрайды:

$$G_{\text{сағ}} = 3423 \cdot 0,74 \cdot 148 / 106 = 3536,7 \text{ кг / сағ}$$

МА сағаттық саны құрайды:

$$G_{\text{сағ}}^{\text{МА}} = 3423 \cdot 0,07 \cdot 98 / 106 = 221,5 \text{ кг / сағ}$$

2 және 3 реакциялар нәтижесінде CO_2 түзіледі :

$$G_{\text{сағ}}^{\text{CO}_2} = 3423 \cdot (4 \cdot 0,07 + 8 \cdot 0,19) \cdot 44 / 106 = 2557,5 \text{ кг / сағ}$$

1 - 3 реакцияларының нәтижесінде H_2O пайда болады :

$$G_{\text{сағ}}^{\text{H}_2\text{O}} = 3423 \cdot (3 \cdot 0,74 + 4 \cdot 0,07 + 5 \cdot 0,19) \cdot 18 / 106 = 2005,4 \text{ кг / сағ 1-3}$$

Реакциялары бойынша O_2 сағаттық шығыны құрайды:

$$G_{\text{сағ}}^{\text{CO}_2} = 3423 \cdot (3 \cdot 0,74 + 7,5 \cdot 0,07 + 10,5 \cdot 0,19) \cdot 32 / 106 = 4898,1 \text{ кг/сағ}$$

реакциядан кейінгі ауаның сағаттық қалдығы құрайды:

$$G_{\text{сағ}}^{\text{ауа}} = 102690,0 - 4898,1 = 97791,9 \text{ кг / сағ}$$

Тотығу сатысы бойынша есептеулер нәтижелері б кестеде көрсетіледі.

6 кесте

Тотығу сатысының материалдық балансы

Кіріс			Шығыс		
Шикізат және жартыөнімдер	%	Масса, кг	Өнімдер, қалдықтар, жоғалымдар	%	Масса, кг
Ксилолауалы қоспа:	3,23	106113	Катализат:	3,33	106113
о-ксилол мен ауа	96,77	3423	Фталъ ангидридi	0,21	3536,7
		102690	Малеин ангидридi	2,40	221,5
			CO_2	1,90	2557,5
			H_2O	92,1	2005,4
			Өндірілген ауа		97791,9
Барлығы	100	106113	Барлығы	100	106113

3.2.2 Фталъ ангидридiн конденсациялау сатысы (шикі фталъ ангидридiн алу)

Фталъ ангидридiнiң конденсациясының кезеңiн есептеймiз.

Кезең бойынша шығу фталъ ангидридiнiң -99,5 %.

Сатыға түскен катализат : $G_{\text{сағ}} = 106113,0 \text{ кг / сағ}$,

оның iшiнде ФА: $G_{\text{сағ}} = 3536,7 \text{ кг/сағ}$.

Алынған заттардың мөлшерiн анықтау. Сатыға шығуды ескере отырып, таза фталъ ангидрид алынады:

$$G_{\text{сағ}}^{\text{фа}} = 3536,7 \cdot 0,995 = 3519 \text{ кг / сағ}$$

ФА-шикізатының сағаттық шығарылымы құрайды:

$$G_{\text{сағ}}^{\text{сырца}} = 3536,7/0,98 = 3590,8 \text{ кг / сағ}$$

Абгаздардың (АГ)сағаттық саны құрайды: сағат=106113-3590,8=102522,2 кг/сағ

Фталъ ангидридiнiң конденсаця сатысының материалдық балансы 7 кестеде көрсетiлген.

7 кесте

Фталъ ангидридi конденсаця сатысының материалдық балансы

Кiрiс			Шығыс		
Шикiзат және жарты өнiмдер	%	Масса, кг	Өнiмдер, қалдықтар, жоғалымдар	%	Масса,кг
Катализат соның iшiнде:	3,33	106113,0	1.Фталъ ангидрид сырец соның iшiнде:	98,0	3590,8
1.Фталъ ангидридi	0,21	3536,7	ФА қоспалары	2,0	3519,0
2.Малеин ангидридi	2,40	221,5	2.Аб.газ ұстауға арналған		102522,2
3.CO ₂		2557,5			
4.H ₂ O	1,90	2005,4			
5.Өңделген ауа	92,16	97791,9			
Барлығы	100	106113	Барлығы	100	106133,0

3.2.1.3 Фталъ ангидридi-шикiзатының дистилляциясы (тауарлық фталъ ангидридiн алу)

Фталъ ангидридiнiң шикiзатының дистилляця сатысын есептеймiз.

Кезең бойынша шығу- 98,5 %.

Дистилляця сатысына фталъ ангидрид-сырец түседi: $G_{\text{сағ}} = 3590,8$ кг/сағ. оның iшiнде: $G_{\text{сағ}}^{\text{ФА}} = 3519$ кг / сағ ; $G_{\text{сағ}} = 71,8$ кг / сағ.

Алынған заттардың мөлшерiн анықтау. Кезең бойынша шығуды ескере отырып, 100% фталъ ангидрид алынады: $G_{\text{сағ}}^{\text{ФА}} = 3519 * 0,985 = 3465,0$ кг/сағ.

Тауар ФА саны құрайды :

$$G_{\text{сағ}} = 3465 / 0,99 = 3500,0 \text{ кг/сағ.}$$

$$G_{\text{сағ}} = 3590,8 - 3500,0 = 90,8 \text{ кг/сағ [9].}$$

Фталъ ангидридi шикiзатының дистилляця сатысының материалды балансы көрсетiлген(8 кесте) .

8 кесте

Дистилляция сатысының материалды балансы

Кіріс			Шығыс		
Шикізат және жартылай өнім	%	Масса, кг	Өнімдер, қалдықтар, жоғалымдар	%	Масса, кг
Фталевый ангидрид-сырец	98,0	3590,8	Фталь ангидрид тауарлы		3500,0
Фталь ангидри қоспа		3519,0	Фталь ангидрид қоспа	99,0	3465,0
қоспа	2,0	71,8	Кубтық қалдық	1,0	35,0
Барлығы:	100,0	3590,8	Барлығы:	100	3590,8

Осылайша, 1000кг тауарлық фталь ангидридін өндіру үшін:

о-ксилол: $3423 \cdot 1000 / 3500 = 978$ кг

ауа: $102690 \cdot 1000 / 3500 = 29340$ кг

Тауарлық фталь ангидридін өндіруге арналған шикізаттың шығыс нормалары 9 кестеде көрсетілген.

9 кесте

1т тауарлық фталь ангидридін өндіруге арналған шикізаттың шығыс нормалары

Шикізат және материалдар атауы	Негізгі заттардың құрамы, %	Шығыс нормасы кг/т	
		Масса тех.	Негізгі зат мөлшері
Ортоксилол	-	978,0	978,0
Ауа	-	29340,0	29340,0
Өндірістің материалдық индексі	МИ=30318,0 кг/т		

3.3 Жылулық баланс

Реактордың жылу балансының жеке құрамдастарын есептеу [10]-ға сәйкес жүргізіледі. Фталь ангидридін өндірісінде қолданылатын заттардың көрсеткіштері 10 - кестеде берілген.

Бастапқы мәліметтер:

$$\Delta H_r = 486 \frac{\text{ккал}}{\text{кг}}$$

$$T_{\text{кір}} = 370 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$T_{\text{шығ}} = 400 \text{ } ^\circ\text{C} \text{ } C_p^0 \text{ жылу сыйымдылық, ккал/кг} \cdot ^\circ\text{C} \text{ } t, \text{ } ^\circ\text{C}$$

10 кесте

Фталъ ангидридi өндiрiсiнде қолданылатын заттардың жылулық көрсеткiштерi

Заттар	X _i , %	Жылу сыйымдылық C _p , Дж/(К·моль) T = 298 К	C _i X _i /100, Дж/(моль К)	ΔH ⁰ _{298,кДж/моль}
О ксилол	96,77	183,26	177,34	-24,43
Ауа	3,23	29,37	0,94	0
Фталъ ангидридi	99,0	161,8	160,18	-783,02
Малеин ангидридi	0,32	90,04	0,288	469,88
СО ₂	0,28	37,11	0,10	-393,51
Н ₂ О	0,4	33,61	0,13	-285,83

Заттардың жылу түзілу энтальпиясы ΔH⁰_{298,кДж/моль}

$$\Delta H^0_{298} = \sum \Delta H^0_{298}(\text{өнімдер}) - \sum \Delta H^0_{298}(\text{баст}) - \sum \Delta H^0_{298}(\text{өнімдер}) \quad (3.1)$$



$$\Delta H^0_{298} = -783,02 - 3 \times 285,83 - (-24,43) + 3 \times 0 = -1616 \text{ кДж/моль}$$



$$\Delta H^0_{298} = 469,88 - 4 \times 393,51 + 4 \times (-285,83) - (-783,02) + 7,5 \times 0 = -1464,46 \text{ кДж/моль}$$



$$\Delta H^0_{298} = -8 \times 393,51 + 5 \times (-285,83) - (-783,02) + 10,5 \times 0 = -3794,21 \text{ кДж/моль}$$

Яғни фталъ ангидридiң о-ксилолдан алу реакциясы экзотермиялық реакция болып табылады.

Материальдi ағындар материалды баланс кестесiнен:

$$\text{О-ксилол: } 32,29/3600 = 0,9 \text{ кмоль/с}$$

$$\text{Техникалық ауа: } 3,5/3600 = 0,98 \text{ кмоль/с}$$

$$\text{Фталъ ангидрид: } 23,4/3600 = 0,6 \text{ кмоль/с}$$

$$\text{Қалған өнімдер: } 0,21/3600 = 0,006 \text{ кмоль/с}$$

$$\text{О -ксилолдың орташа жылу сыйымдылығы } C_p, \text{ Дж/(К·моль) } T = 643 \text{ К}$$

$$Q = G + C_p + T \quad (3.5)$$

1. О-ксилолмен бiрге жылудың реакторға келуi

$$Q_1 = 0,9 * 177,34 * 643 = 102626,2 \text{ кДж}$$

2. Ауамен бiрге жылудың реакторға келуi

$$Q_2 = 0,98 * 0,94 * 643 = 59233,3 \text{ кДж}$$

3. Өнімдермен бiрге бөлінетiн жылу мөлшерi, Дж

$$Q_3 = \sum (M^{\text{шығыс}} * C_p * T_p) \quad (3.6)$$

M^{шығыс} - негiзгi өнiмнiң фталъ ангидридiнiң мольдi массасы

$$Q_3 = 0,6 * 160,18 * 673 = 64680,8 \text{ кДж}$$

4.Реактордың қоршаған ортаға кеткен жылу:

Жылу жоғалымын жалпы жылу кірісінің 5% - ын қабылдаймыз, Дж

$$Q_4 = 0,05(Q_1 + Q_2) \quad (3.7)$$

$$Q_4 = 0,05(102626,2 + 59233,3) = 8093 \text{ кДж}$$

5.Реакция аймағынан бұру үшін қажет, кДж

$$Q_5 = Q_1 + Q_2 - (Q_3 + Q_4) \quad (3.8)$$

$$Q_5 = 102626,2 + 59233,3 - (64680,8 + 8093) = 89086 \text{ кДж}$$

Реакциялық массаны қыздыру үшін су шығынын есептейміз:

$$G_{\text{су}} = Q_{\text{кыз}} / C_{\text{р су}} \cdot \Delta t_{\text{ср}} = 161859,8 / 4,19 \cdot 10 = 3863 \text{ кг} \quad (3.9)$$

мұнда, $\Delta t_{\text{ср}} = (40 - 20) / 2 = 10^\circ\text{C}$

О-ксилолды каталитикалық тотықтыру процессінің жылулық балансы 11 кестеде берілген.

11 кесте

Реактордың жылулық балансы

Кіріс	кДж	Шығыс	кДж
О-ксилолмен бірге жылудың реакторға келуі	102626,2	Өнімдермен бірге бөлінетін жылу саны	64680,8
Ауамен бірге жылудың реакторға келуі	59233,3	Реактордың қоршаған ортаға кеткен жылу	8093
		Реакция аймағынан бұру үшін қажет жылу	89086
Барлығы	161859,6		161859,8

3.4 Қондырғы мөлшерін есептеу

Есептеуде жылдық өнімділігі (330 жұмыс күні) о-ксилолдың жалпы массасы 106113 т/жыл.

Шикізаттан реакторға баратыны:

$$90000 \cdot 0,9677 = 87093 \text{ т/жыл}$$

Шикізаттың реакторға жалпы орнығуы

$$16113 + 87093 = 193206 \text{ т/жыл}$$

Шикізаттың сағаттық тиілуі және көлемдік ағынының есептелуі. Жыл сайынғы қалыпты қондырғыны жұмыс жасағанда (330 күні) G_0 сағаттық тиеуі былай шығады[11]:

$$G_0 = 193206 / (340 \cdot 24) = 24,394 \text{ т/сағ.}$$

$$G_0 = 24394 \text{ кг/сағ.}$$

Сұйық шикізатының V_0 ағынын оның массасы G_0 және ρ_0 тығыздығы арқылы есептейміз:

$$V_0 = G_0 / \rho_0 \quad (3.10)$$

$$V_0 = 24394 / 0,88 = 27,7 \text{ м}^3/\text{сағ.}$$

Мұндағы ρ_0 о ксилолдың 20 °С-тағы тығыздығы, г/см³

Тотығуды қозғалмайтын катализатор қабатында сұйық шикізаттың $v_0 = 1,5 \text{ сағ}^{-1}$ жылдамдықпен өткізеді. Сонда катализатордың қабат көлемі былай есептеледі:

$$V_k = V_0 / v_0 \quad (3.11)$$

$$V_k = 27,7 / 1,5 = 18,4 \text{ м}^3$$

Катализатор тығыздығын $\rho_{\text{кат}} = 3,57 \text{ г/см}^3$ деп алдым.

Катализатор жалпы массасы:

$$G_k = 18,4 \cdot 3,57 = 61,7 \text{ т}$$

1 кг катализатордың өнімділігі:

$$87093/61,7 = 1411 \text{ кг}$$

Реактордың диаметрін келесідей есептедім:

$$D = 1,43 \text{ м}$$

Осы реактордың диаметрін стандарт бойынша $D = 1,5 \text{ м}$

Катализатор биіктігі:

$$H_{\text{кат}} = 2 \cdot D = 2 \cdot 1,43 = 2,86 \text{ м} \quad (3.12)$$

Катализатордың циклдік бөлігінің биіктігі:

$$H_{\text{цикл}} = 3 \cdot H_{\text{кат}} / 2 = 3 \cdot 2,86 / 2 = 4,29 \text{ м} \quad (3.13)$$

$$H = H_{\text{цикл}} + D = 4,29 + 1,5 = 5,79 \text{ м} \quad (3.14)$$

Осы реактордың биіктігін стандарт бойынша $H = 6 \text{ м}$

3.5 Негізгі аппарат конструкциясын тандау

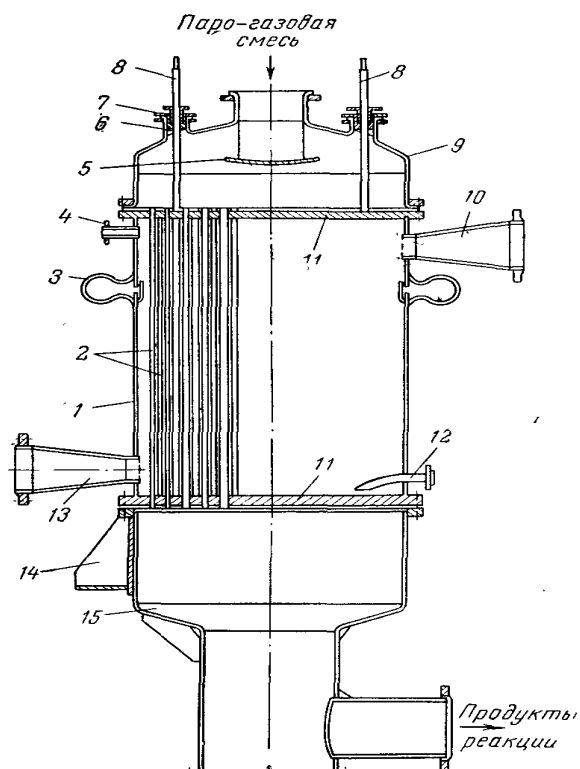
Өндірісте фталъ ангидридін о-ксилолды буфазалы каталитикалық тотықтыруда қолданылатын реакторлар негізінен бір бірінен конструкциялық ерекшеліктермен және катализатордың стационарлы және қозғалмалы қабаттары арқылы жүзеге асырылумен ажыратылады [10].

Фталъ ангидридін өндірудегі реакторлардың конструкциялық ерекшеліктерін келесідей факторлар анықтайды: реакциялық зонада болатын заттардың агрегаттық күйі; қоспалардың араласу интенсивтілігі; қысым; өндірілетін заттардың химиялық қасиеттері; процесстің жылулық эффектісі; реакция температурасы және жылуалмасу интенсивтілігі.

Фталъ ангидридін о-ксилолды буфазалы каталитикалық тотықтыру арқылы алу өндірісінде катализатордың стационарлы қабатындағы реактор қолданылады [11].

2-ші суретте реакция жылуы құбыраралық кеңістігі арқылы тұздар балқытпасымен әкетілетін, ал катализатор қабаты құбыр ішінде орналасатын реактор-конвертор келтірілген. Конвертордың қимасы бойынша бастапқы бу-газ қоспасының біркелкі таралуына кіретін штуцердің астында орналасқан перфорацияланған тарелканың 5 көмегімен қол жеткізіледі. Температура реактордағы 6 штуцер арқылы сыртқа шығарылған 8 гильзада әртүрлі тереңдікте орнатылған термобарлармен өлшенеді. Конвертордың құбыраралық кеңістігі арқылы тұздар балқытпасы (нитрит-нитратты қоспа) айдалады. Контактілеу өнімдері төменгі бүйірлік штуцер арқылы бөлінеді.

Балқымдағы нитриттің тотығуын болдырмау үшін аппараттың құбыраралық кеңістігіне су буын немесе азот енгізеді [12].



1 - обечайка; 2-катализатор орналастырылған құбырлар; 3-температуралық кернеуді компенсациялау торы; 4-су буынына арналған штуцер; 5 – таратқыш табақша; 6 -штуцер; 7 - сальник; 8 – бу термосына арналған гильзалар; 9-аппарат қақпағы; 10 -тұздардың балқымасын енгізуге арналған штуцер; 11-құбыр торлары; 12- аппараттарды тазалау және жөндеу кезінде тұздардың балқымасын ағызуға арналған штуцер;13-балқыған тұздарды шығару штуцері;14-табандар; 15-катализаторлық шанды тұндыруға арналаған камера

2 - сурет. Фталъ ангидридін алуға арналған реактор-конвертор

3.5.1 Реактордың материалын таңдау және құбырлар санын есептеу

Реактор негізірен материал болып хромникель немесе хромды болаттан дайындалады. Легирленген хромдыникельді болаттар жоғары сапалы, таттанбайтын және қышқылтұрақты материалдар болып табылады (12-ші кесте). Оның химиялық құрамы (%): көміртек - 0,06%-дан аз , хром-19%, никель-10%, титан 0,7% - дан аз [13].

Балқытылған фталъ ангидридi қара металдарға коррозиялық әсер етпейдi. Тәжірибе көрсеткендей, тұтас тартылған болат құбырлар 15 жылдан кейін жақсы күйде болған. Тотықтыру өндiрiсiнiң жабдықтарына хромдыникельдi болатты пайдаланудың сипаттамалары мен мысалдары 12кестеде келтiрiлген.

12 кесте

Тотықтыру өндірісінің жабдықтарына хромдыникельді болатты пайдаланудың сипаттамалары мен мысалдары

Хромдынике льді болаттың маркасы	МЕСТ	Қасиеті			Қолданылуы
		ρ , МПа	σ_y , МПа	ε_y , %	
40ХН	4543-71	40	24	7	Орталық ернеулер, қақпақтар, фланецтер, араластырғыштың бөлшектері, аппараттардың мойындары және т. б.
20ХНГ	4543-71	50	15	8	
12ХН2	4543-71	90	70	6	
30ХН3А	4543-71				
А3	312-81	30	00	9	Корпустық бөлшектер, рамалар, табандар мен тіреулер, бекіту және қосу бөлшектері, құбыржолдардың бөлшектері, штуцер, фланецтер.
А4	312-81	40	50	8	
А6	312-81	00	00	6	

О ксиолоды тотықтыру өндірісінің процесі жылу бөлумен жүреді, сондықтан реакторлар жылу алмасу элементтерімен жабдықталған.

Сыртқы жылу алмасу элементтері ретінде жейделер мен дәнекерленген элементтер- құбырлар қолданылады.

О-ксилолды тотықтыру реакторы үшін құбырлар таңдалынды.

Реактордағы түтіктер санын 25Х-1256 дана.

Түтікаралық кеңістік биіктігі:

$$L = \frac{96}{3,14 \cdot 0,025 \cdot 1256} = 0,97 \text{ м} = 1000 \text{ м} \quad (3.15)$$

3.6 Реактор корпусының обечайкасын есептеу, фланцестерді таңдау

Обечайка аппарат корпусының басты элементі болып табылады. Цилиндрлік обечайкалар дайындалу жағынан қарапайымдылығымен, материалдың рационалды жұмсалыуымен орта қысымына жақсы кедергіленуімен ерекшеленеді.

Бастапқы мәліметтер:

Материал – никельхромды болат 20ХНГ

Есептеулік температура – 360 °С

Есептеулік қысым $P_{рас}=10 \text{ кгс/см}^2$ (или $98,1 \cdot 10^4 \text{ Па}=0,981 \text{ МПа}$)

Рұқсат етілген кернеу $[\delta]=196 \text{ МПа}$

Обечайканың ішкі диаметрі $D_{вн}=700 \text{ мм}$.

$$S = \frac{P_{рас} * D_{вн}}{2 * \varphi * [\delta] - P_{рас}} \quad (3.16)$$

мұндағы: S – қабырға қалыңдығының шамасы;

$\varphi = 0,9$ - пісетін жіптің мықтылық коэффициенті.

$$S = 0,981 * 0,7 / (2 * 0,98 * 196 - 0,981) = 0,002 \text{ м} \quad (3.17)$$

Обечайка қабырғасының қалыңдығы мына шартты қанағаттандырады:

$$S = 0,002 + C_1 + C_2 \quad (3.18)$$

мұндағы: C_1, C_2 – коррозия компенсациясына қосымша $= 0,001 \text{ м}$.

$$S = 0,002 + 0,001 + 0,001 = 0,004 \text{ м}$$

Қабырға қалыңдығы $S = 15 \text{ мм}$

Мықтылық шартының тексерілуі:

$$\frac{2 * \varphi * [\delta] * (S - C_1 - C_2)}{1 + S - C_2 - C_3} < P_{рас} \quad (3.19)$$

Сондықтан:

$$\frac{2 * 0,9 * 196 * (0,004 - 0,001 - 0,001)}{1 + 0,004 - 0,001 - 0,001} = 0,7 < 0,981 \quad (3.20)$$

Мықтылық шарт орындалды.

Реактордың көлемін 5 м^3 деп қабылдаймыз.

Келесі геометриялық өлшемдерді қабылдаймыз: обечайканың биіктігі (H)-1399мм; обечайканың ішкі диаметрі ($D_{вн}$)-700мм; жылу алмасу беті ($F_{в}$)-1400м². Обечайканың негізгі өлшемдері 13 кестеде көрсетілген.

13 кесте

Обечайканың негізгі өлшемдері

Аты	Диаметрі, $D_{у,мм}$	Биіктігі, h, мм	Қабырға қалыңдығы, s, мм
Қондырғының обечайкасы	700	1100	4

Фланецтердің көмегімен аппараттарға әр түрлі қақпақтар, құбырлар қосылады, аппараттардың жекелеген бөліктері, құбырлар және т. б. құрамалы корпустар өзара қосылады. Фланецтердің негізгі өлшемдері 15 кестеде берілген.

15 кесте

Фланецтің негізгі өлшемдері

Фланецтің диаметрі, $D, мм$	Өлшемдері, мм				Тесік саны, z
	$D_{ф}$	$D_{а}$	Фланецтің биіктігі	Тесіктің диаметрі, d	
1600	1620	1620	30	10	56

3.6.1 Эллиптикалық түпті есептеу және штуцер таңдау

Цилиндрлік аппараттар үшін ең тиімді нысан-эллиптикалық. Эллиптикалық түптер қалыптау арқылы табақты илектен дайындалады және 10 МПа-ға дейінгі артық қысымы бар аппараттарда пайдаланылуы мүмкін.

Материал – болат 07Г3С

Есептеулік температура – 360 °С

Есептеулік қысым $P_{рас}=10 \text{ кгс/см}^2$ (или $98,1 \cdot 10^4 \text{ Па}=0,981 \text{ МПа}$)

Рұқсат етілген кернеу $[\delta]=198 \text{ МПа}$

Түптің ішкі диаметрі $D_{вн}=800 \text{ мм}$

мұндағы: R - түп шыңындағы қисық радиусы.

$$R = \frac{D^2}{4H} \quad (3.21)$$

Стандартты түп үшін: $H=0,4D$; $R=D=0,8 \text{ м}$ (3.22)

$$S = \frac{0,981 \cdot 0,8}{2 \cdot 0,98 \cdot 198 - 0,5 \cdot 0,981} + 0,002 = 0,0043 \text{ м} \quad (3.23)$$

Түп қалыңдығы $S_1 = 8 \text{ мм}$. ($8 > 4,5$)

Біз стандартты эллиптикалық сұрыпталған болат түбін таңдаймыз. Эллиптикалық сұрыпталған болат түбтің өлшемдері 14 кесте берілген.

14 кесте

Эллиптикалық сұрыпталған түптердің өлшемдері.

Түптің ішкі диаметрі, D , мм	Түптің қалыңдығы, S_T , мм	Түптің биіктігі, H_T , мм	$h_{ц}$, мм	Түптің ауданы, F_T , м ²	Түптің көлемі, V_T , м ³	Түптің массасы, m_T , кг
1600	8	400	40	2,98	0,614	189

Штуцерлер көмегімен құбырларды химиялық аппараттарға бөлшектік жалғау жүзеге асырылады.

О-ксилолдан фталь ангидридін алу үшін реактордағы қолданылатын штуцерлер:

Штуцерлерді есептеу тендеу бойынша диаметрдің анықтауына негізделеді:

$$d = \sqrt{4G/(\pi\rho w)}, \quad (3.24)$$

мұнда, G -жаппай шығын, кг/ч.

w -ағынның жылдамдығы, м/с;

ρ -қоспаның тығыздығы, кг/м³.

1.Су буын енгізуге арналған штуцер.

Жүктеу жылдамдығы 2 м/с деп қабылдаймыз.

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 768,5}{3,14 \cdot 0,597 \cdot 2 \cdot 3600}} = 0,014 \text{ м} = 14 \text{ мм}$$

$D_y = 20 \text{ мм}$.

Термобулардың шығу штуцерлары.

Жүктеу жылдамдығы 1,5 м/с деп қабылдаймыз.

$$d = \sqrt{4 \cdot 0,2 / (3,14 \cdot 877 \cdot 1,5)} = 0,016 \text{ м} = 16 \text{ мм}$$

$$D_y = 20 \text{ мм.}$$

2. Тұздар ерітіндісін енгізу үшін арналған штуцер.

Жүктеу жылдамдығы 0,5 м/с деп қабылдаймыз.

$$d = \sqrt{4 \cdot 1288,2 / (3,14 \cdot 197 \cdot 0,5 \cdot 3600)} = 0,065 \text{ м} = 65 \text{ мм}$$

$$D_y = 100 \text{ мм.}$$

3. Реактордың тазалағанда және ремонттық жұмыстарда тұздар ерітіндісін шығару үшін арналған штуцер

$$d = \sqrt{4 \cdot 1288,2 / (3,14 \cdot 197 \cdot 1,5)} = 0,015 \text{ м} = 15 \text{ мм}$$

$$D_y = 20 \text{ мм.}$$

4. Тұздар ерітіндісін шығару үшін арналған штуцер.

Жүктеу жылдамдығы 20 м/с деп қабылдаймыз.

$$d = \sqrt{4 \cdot 1122,18 / (3,14 \cdot 197 \cdot 20 \cdot 3600)} = 0,072 \text{ м} = 72 \text{ мм}$$

$$D_y = 100 \text{ мм.}$$

5. Технологиялық пайымдауларға сәйкес штуцерлердің келесі диаметрлері қабылданды.

$$d = \sqrt{4 \cdot 1122,18 / (3,14 \cdot 197 \cdot 20 \cdot 3600)} = 0,072 \text{ м} = 72 \text{ мм}$$

$$D_y = 100 \text{ мм.}$$

О ксилолдан фталъ ангидридін алу үшін реактордағы қолданылатын штуцерлер төмендегі кестеде берілген (16 кесте).

16 кесте

Штуцерлердің өлшемдері

Атауы	$D_y, \text{мм}$	$D_T, \text{мм}$	$S_T, \text{мм}$	H, мм	h, мм
Су буын шүктеу	20	25	3	215	155
Термобудың шығуы	20	108	5	245	185
Тұздар ерітіндісін енгізу	100	108	5	245	185
Реактордың тазалағанда және ремонттық жұмыстарда тұздар ерітіндісін шығару	20	133	6	245	185
Тұздар ерітіндісін шығару үшін арналған штуцер.	100	25	3	215	155

3.6.2 Реактор үшін тіректі таңдау әрі есептеу

Химиялық аппараттардың қондырғысын фундаментке немесе арнаулы конструкцияға бекітуді тірек көмегімен орнатады.

Ернеудің салмағы:

$$M_o = H\pi(D_H^2 - D_B^2)\rho/4; \quad (3.25)$$

H-аппараттың ернеуі биіктігі, м;

D_H-ернеудің сыртқы диаметрі, м;

D_B- іште ернеудің диаметрі, м;

ρ-болаттың тығыздығы, кг/м³;

$$M_o = 1399 \cdot 3,14 \cdot (0,720^2 - 0,7^2) \cdot 7900 / 4 = 246,2 \text{ кг};$$

$$M_{кр} + M_{дн} = 2 \cdot 189 = 378 \text{ кг}; \quad (3.26)$$

$$M_{\phi} = 80 \text{ кг};$$

$$M_{руб} = 1,1 \cdot 3,14 \cdot (1,12^2 - 1,1^2) \cdot 7900 / 4 = 302,2 \text{ кг};$$

$$M_k = 246,2 + 378 + 80 + 302,2 = 1006,4 \text{ кг}.$$

Қондырғының көлемі: V_a = 5 м³;

Аппараттағы судың салмағы (гидросынақ кезінде):

$$M_{B1} = V_A \cdot \rho_B \quad (3.27)$$

ρ_B -судың тығыздығы.

$$M_{B1} = 5 \cdot 1000 = 5000 \text{ кг}$$

Осылайша, аппараттың жиынтық салмағы (гидросынақ кезінде):

$$\Sigma M = M_k + M_{B1} = 1006,4 + 5000 = 6006,4 \text{ кг} \quad (3.28)$$

Қондырғының жалпы салмағы:

$$G = \Sigma M \cdot g = 6006,4 \cdot 9,8 = 58863 \text{ Н} \quad (3.29)$$

Реакторды МЕСТ-26-665 бойынша 4 тірекке орнатылады. Сонда бір тірекке түсетін салмақ: 58863:4 = 14715 Н [14].

Реакторға қажет тіректердің негізгі параметрлері төменде 17 кестеде көрсетілген.

17 кесте

Тіректің негізгі параметрлері

Q кН	A, м	a ₁ , мм	b, мм	C, мм	c ₁ , мм	H, мм	h ₁ , мм	s ₁ , мм	K, мм	k ₁ , мм	d, мм	dB	f _{max}
20	120	140	150	45	80	220	12	5	20	40	24	M2	45

4 Қондырғыны автоматтандыру

Автоматты оңтайландыру жүйесінің міндеті басқару объектісінің оңтайлы жұмыс жағдайын қамтамасыз ету болып табылады. "Оңтайлы жағдайлар" ұғымының мазмұны оңтайландыруды көздейтін мақсатты таңдауға байланысты. Бір технологиялық процесс үшін, егер басқарудың негізгі мақсаты қондырғының ең жоғары өнімділігін немесе өнімнің ең төменгі өзіндік құнын қамтамасыз ету болса, жұмыстың оңтайлы шарттары айтарлықтай әр түрлі болуы мүмкін.

Алынып жатқан қондырғы соңғы үлгідегі көп сатылы автоматтандырылған басқару жүйесімен басқарылады және Honeywell, Alan Bredly, Wika компанияларының программалық өнімдемдер жабдықтарын алынады.

Тотықтыру қондырғысы сұлбасында реактор, бөлгіш және қыздырғыш (пештер, жылуалмастырғыштар, тоңазытқыштар) блоктар, сонымен қатар параметрлер де бақыланады:

- 1) температура;
- 2) қысым;
- 3)шикізат шығыны и катализатор

Кез келген қондырғыны автоматтандыруға қажет құралдар орттараның шарттарына байланысты таңдалады.О ксилолдың фталь ангидридіне дейінгі тотықтыру технологиясы өртке қауіпті және жарылғыш ортаға "А" категорииясы болғандықтан, келесі құралдар таңдалынды:

-Термоэлектрлі жаңғыртушы ТХА-0595-02 (0-500⁰С),реактордың әр зонасындағы температураны бақылайды;

-Терможаңғыртқыш кедергісі ТСП Метран-256 (100П) (-20-300⁰С), құбыр желісіндегі температураны бақылайды;

-Қысым датчигі Метран-49-Ех-Ди-9160-06-МП1-t1-015-6МПа-16-42-БВН04-ШР-ОР. Насостардан кейін тұрады;

-Көпфункционалы массалық расходомер, модели 3095М; шығатын өнімнің сапасын, мөлшерін есептейді;

- Релейді регулятордың басқару блогы БУ 21ТУ 42 1821 0111 25-02.1685-74 оператор технолог щитінде орналасқан және сораптарды автоматты немесе қолмен режимін орнату үшін[15].

5 Еңбек қорғау және техника қауіпсіздігі

Еңбек қорғаудың басты міндеті келеңсіз жағдайлар мен кәсіби ауруларды ескерту.

Фталъ ангидридi өндiрiсiнде жұмыс iстейтiн жұмысшылардың кәсiби аурулары жатады. Олар төмендегiдей себептерден болуы мүмкiн:

О-ксилол булары айтарлықтай төмен тiтiркендiргiш әсер етедi. Олар бас ауыруы, ұйқышылдық, сезiмталдықтың жоғалуы, шаршағыштық, әлсiздiк, терiнiң шаншуы және қан құрамының аздаған өзгерiстерi тудырады. Әдетте бұл құбылыстар кейiн жоғалып кетедi. Жұмыс орнындағы ауасындағы о-ксилолдың шектi рұқсат етiлген концентрациясы $50 \text{ мг} / \text{м}^3$.

Фталъ ангидридi бас ауруы, шаршау, тәбеттiң жоғалуы және көңiл бөлу қабiлетiн тудырады. Кристалды фталъ ангидридi терiге тиген кезде күйiк тудыруы мүмкiн, ол өз кезiнде экземаға ұқсас ауруларды тудыру мүмкiн. Жұмыс жайындағы фталъ ангидридтiң (булар мен аэрозоль) ауадағы шектi рұқсат етiлген концентрациясы $553 \text{ 1 мг} / \text{м}^3$ құрайды.

Жанама реакция өнiмi ретiнде контактiлiгi газдарда болатын малеин ангидрид фталъ ангидридi секiлдi адам денсаулығына әсер етедi, бiрақ малеин ангидридi фталъға қарағанда улы. Ауадағы малеиндi ангидридтiң ең аз концентрациясы 1,3-тен $1,7 \text{ мг} / \text{м}^3$ -ге дейiн. Көздiң шырышты қабығының және жоғарғы тыныс алу жолдарының тiтiркенуiн тудыратын ең аз концентрация 1,0-ден $1,5 \text{ мг} / \text{м}^3$ -ге дейiн ауытқиды. Малеин ангидридiнiң концентрациясы $0,9 \text{ мг} / \text{м}^3$ төмен болғанда бiр адамға әсер етпейдi. Жұмыс атмосферасындағы малеиндi ангидридтiң концентрациясы $553 \text{ 1 мг} / \text{м}^3$.[17]

Еңбек жағдайларын жақсарту мақсатында жұмысшылардың көрсетiлген зиянды заттармен байланысын болдырмау және олардың жұмыс орындарына енуiн болдырмау қажет. Ол үшiн жабдықтар мен коммуникацияларды герметизациялау, технологиялық процестi толық механикаландыру және автоматизациялау, аппараттарды ашық алаңдарда орналастыру және шығатын газдарды атмосфераға шығарғанға дейiн тазарту жолымен қол жеткiзуге болады. Бұдан басқа, барлық химиялық өндiрiстер үшiн ортақ жеке қорғану және алдын алу тәсiлдерiн қолданған жөн.

О-ксилолдың буфазды тотығу процесi төмен қысымда өтедi, бiрақ жабдықтар мен коммуникацияларды жоғары қысым үшiн көзделген нормалар бойынша дайындау және құрастыру керек.

Жабдықты толық герметизациялау кезiнде еңбектiң санитарлық-гигиеналық жағдайлары жақсарып қана қоймай, пайдаланылатын заттардың жоғалуы да қысқартылады. Сондықтан (сондай-ақ күрделi және пайдалану шығындарын қысқарту мақсатында) толық герметикалықты қамтамасыз ету жеңiл болатын жоғары өнiмдi агрегаттарды неғұрлым ұтымды жасау

Фталъ ангидридiн өндiру өт қауiпi бар өндiрiсi болып табылады. Бұл шикiзат пен дайын өнiмнiң жануы және ауамен шаң - және бу – ауалы жанғыш қоспа түзу қабiлеттiлiгiмен түсiндiрiледi.

Фталъ ангидридiң алу технологиясы өрттiк қауiптiлiгi бойынша В

категориясына жатады. Технологиялық процесс бұзылған кезінде немесе қауіпсіздік талаптары сақталмағандықтан өрттің де, авария тудыратын жағдайлар да және жарақаттар туу мүмкін.

Зауыттың жарылғыш және өртқауіптілігінің категориясын СНиП II-М.2-72 “Өндірістік кәсіпорындарының өндірістік ғимараттары. Жобалау нормалары” нормаларында кеңірек сипатталады.

Фталь ангидридi салқын, құрғақ, жақсы желдетiлетiн жерде ашық оттан және де тотықтырғыштардан сақталуы қажет. Ол қолданылатын жерлерде жергiлiктi және жалпы вентиляция қолданылуы қажет. Сұйық фталь ангидридi әр түрлi өндiрiстерге резервуарларда жеткiзiлiп, жұмысшы персоналмен жанасуды және ауаның ластануын болдырмай, құбыр жүйесiне бiрден айдалынады. Бұл процесстер жұмысшылардың зақындану жағдайларын толық жоғалуына алып келдi. Дегенмен, сұйық фталь ангидридiнiң буы қауiпi өте төмен, сондықтан құбыр жүйесiнен ағуды болдырмау үшін тиiстi шаралар қолданылуы қажет [16].

6 Қоршаған орта қорғау

Фталъ ангидрің алу процесі қоршаған ортаға және атмосфераға конактіленген газдар мен ластанған суларды шығарады.

Санитарлық бақылау органдары ауадағы және судағы зиянды заттардың концентрациясының рұқсат етілген шегін белгіледі. Бірақ зиянды заттар адам ағзасына зиян келтірмейді. Атмосфераны қорғау үшін зиянды заттар мен газдар мөлшерін азайту, болдырмау немесе өндіріске қайтару шаралары міндетті түрде жүзеге асады.

Фталъ ангидрін көптоннажды өндіру кезінде көп мөлшерде конкатіленген улы газдар өндіріледі. Сондықтан жоғары өнімділікті конденсат конструкциясын жобалау ең маңызды мәселе болып табылады. Ол жерде жоғары деңгейлі қызмет көрсету механизмі және жұмысшылардың өңделіп жатқан заттармен толықтай конактілеуді болдырмау қажет.

Қалдық газдардың негігі құрамы: оттегімен азайған және негізгі қоспалар ретінде фталъ ангидридi, малеин ангидридi, CO_2 бар өңделген ауа болып табылады.

Қалдық газдарды тазалау үшін бірнеше әдісті қолдануға болады: еріткіштермен әр түрлі жүйедегі скрубберлерде абсорбциялау және арнайы конструкциялы пештерде органикалық қоспаларды жағу. Өндірістегі ең көп қолданылатын әдіс крубберлерде абсорбциялау болып табылады. Абсорбенттер ретінде су, сілті агенттердің сулы ертітінділері, органикалық еріткіштер қолданылады. Газдарды сумен жууды әр түрлі конструкциялық скрубберлерде жүргізеді: насадкілі, көбікті.

Ластанған судың көлемін төмендеті үшін фталъ ангидриін өңдеу зауытында сумен қамтамасыздандырудың айналма жүйесі қолданылады. Айналма судың бір мөлшері буланады да, ауамен бірге кетеді. Айналма судың жоғалтуын қалпына келтіру үшін және оның құрамын тұрақты күйде сақтау мақсатында осы жүйеге үздікіз таза су қосады, ал айналма судың белгілі бір мөлшерін шығарып отырады. Қалдық су кейіннен тазартылуға жіберіледі.

Тазалау жүйесі механикалық процесстерден құралады және микроағзалармен биохимиялық тазартылумен бірге аяқталады[17].

6.1 О-ксилолды тотықтыру қондырғысының зиянды заттарының сипаттамасы

О-ксилолды тотықтыру қондырғысының зиянды заттарына: CO_2 , фталъ және малеин ангидридiнің булары жатады. О-ксилолды тотықтыру өндірісінен шығатын зиянды заттарының сипаттамасы 18 кестеде келтірілді.

18 кесте

О-ксилолды тотықтыру өндірісінен шығатын зиянды заттарының сипаттамасы

Зат	КРШ	Заттын мөлшері, т/жыл	Қауіптілік классы
СО ₂	0,152	0,035	4
Фталь ангидрид булары	0,1	3,465	2
Мален ангидрид булары	0,05	0,908	2

6.2 Өндірістің қауіптілік категориясын есептеу

Өндірістің қауіптілік категориясы (ӨҚК) келесі теңдеу арқылы анықталады:

$$\text{ӨҚК} = (M_i / \text{КРШ})^{C_i} \quad (6)$$

мұндағы ӨҚК – өндірістің қауіптілік категориясы;

M_i – заттың массасы, т/жыл;

C_i – өлшемсіз бірлік, 35 кесте арқылы анықталады.

Заттардың әртүрлі қауіптілік класстары үшін C_i мәндері төмендегі 19 кестеде көрсетілген.

19 кесте

Заттардың әртүрлі қауіптілік класстары үшін C_i мәндері

Тұрақты	Қауіптілік классы			
	1	2	3	4
C_i	1,7	1,3	1,0	0,9

$$\text{ӨҚК} = (0,035/0,152)^{0,9} + (3,465/0,1)^{1,3} + (0,908/0,05)^{1,3} = 14,383 \text{ тонна}$$

Енді ӨҚК-ні есептесек:

$$\text{ӨҚК} = (0,035/0,152)^{0,9} + (3,465/0,1)^{1,3} + (0,908/0,05)^{1,3} = 14,383 \text{ тонна}$$

Қауіптілік коэффициентін есептегеннен қондырғы қауіптілігі шамалы 4 категорияға жататындығын анықтаймыз.

7 Экономикалық бөлім

7.1 Цехтің жұмыс режимін анықтау және негіздеу

Өндірістің алынған жұмыс режимі: өндіріс үздіксіз жұмыс жасайды Жөндеу жұмыстарын жоспарлау мен ұйымдастыру үшін керек нормативтер төменгі кестеде көрсетілген (20 кесте).

20 кесте

Жөндеу жұмыстарын жоспарлау мен ұйымдастыру үшін нормативтер

Қондырғының аталуы	Жөндеу аралық период, сағ.		Қондырғының жөндеуде тұру нормасы,сағ	
	Ағымды жөндеу (T_T)	Капиталды жөндеу (T_K)	Ағымды жөндеуде (P_T)	Капиталды жөндеуде (P_K)
Реактор	2020	17245	8	240

Жөндеу жұмыстарының жалпы саны:

$$n_{рем} = \frac{T_K}{T_T}; \quad (7.1)$$

$$n_{рем} = 17245/2020 = 8.53$$

Мұндағы, T_K – капиталды жөндеудің жөндеу аралық период, сағ;

T_T – ағымды жөндеудің жөндеу аралық периоды, сағ.

Ағымды жөндеудің жалпы саны

$$n_{аз} = n_{рем} - 1 = 8 - 1 = 7 \quad (7.2)$$

Орташа алғанда жыл бойына қондырғының жөндеуде тұрған уақыты:

$$П_K = \frac{P_K \times T_{ку}}{T_K}; \quad (7.3)$$

$$П_K = (240 * 4251) / 17245 = 59 \text{ сағ}$$

Мұндағы, P_K – қондырғының капиталды жөндеуде тұру нормасы, сағ;

$T_{ку}$ – шартты күнтізбелік жылдық уақыт қоры (4251 сағ);

T_K – капиталды жөндеуде жөндеу аралық период, сағ;

Ағымды жөндеуде:

$$П_{аз} = \frac{n_{аз} \times P_{аз} \times T_{ку}}{T_K} \quad (7.4)$$

$$П_{аз} = (7 * 240 * 2020) / 17245 = 197$$

Қондырғының эффективті жұмыс істеу уақытының қоры негізгі жобаланатын цех өнімділігін қанағаттандыратын қондырғыға және цех

жұмыс режимінде қондырғынының жөндеуде тұру уақытына сәйкес есептелді[18].

Қондырғының бір жылда жұмыс істеу уақытының балансының есептеу балансы төмендегі кестеде көрсетілген(21 кесте).

21 кесте

Қондырғының бір жылда жұмыс істеу уақытының балансы.

Уақыт элементтері	Уақыт қоры	
	күн	сағат
1	2	3
1. Күнтізбелік уақыт қоры ($T_{күн}$)	365	8760
2. Режим бойынша жұмыс емес күндер	35	840
3. Номиналды уақыт қоры ($T_{ном}$)	330	7920
4. Жұмыс күндерінде жоспарланған қондырғының тұруы		
• капиталды жөндеуде (P_k)	2	59
• ағымды жөндеуде ($P_{ағ}$)	8	197
5. Жұмыс уақытының эффективті қоры	320	7680
6. Уақыт бойынша қондырғыны қолдану коэффициенті ($T_{эф}$)	0,8	0,8

Күнтізбелік уақыт қоры – қондырғының теориялық түрде өнімді өндіре алатын күнтізбелік уақыты.

Режим бойынша жұмыс емес күндердің саны 35 күнге тең деп аламыз.

Уақыттың номиналды қоры күнтізбелік уақыт қорынан жұмыс емес күндерді алып тастағанға тең.

Уақыттың эффективті қоры – бұл қондырғының фактілі түрде жұмыста болып және өнімді өндіру уақыты; ол номиналды уақыт қорынан жұмыс күндерінде жоспарланған қондырғының тұруын алып тастағанғамен анықталады.

Уақыт бойынша қондырғыны пайдалану коэффициенті (экстенсивті коэффициент):

$$K_{экт} = \frac{T_{эф}}{T_{кал}}, \quad (7.5)$$

Мұндағы, $T_{эф}$ -қондырғының жұмыс уақытының эффективті қоры, сағ;

$T_{кал}$ - қондырғының жұмыс уақытының күнтізбелік қоры, сағ.

7.2 Капиталды шығындар мен амортизациялық аударымдарды есептеу

Берілген тарауда өндірісті енгізген кездегі капиталды шығындарды анықтау қажет. Олар құралады:

- жобаланатын құрылыс объектісі үшін шығындар;
- монтаж қондырғыларына, құбыр өткізгіштерге, КИПиА, электр қондырғыларына және басқа да негізгі қорлардың түрлеріне шығындар;

- басқа да капиталды салымдар.

Ғимарат пен үймерет құрылысы үшін капиталды салымдар шығындардың іріленген көрсеткіштері бойынша құрылыс жұмыстарының бірлігіне анықталады. Негізгі өндірістік құрылыс объектісіне бөлінетін (негізгі қорлар объектісінің толық сметалық құны) біруақыттағы (капиталды) шығындар негізгі қорлар объектілерінің құрылыс көлемін туындауымен анықталады, яғни құрылыс жұмыстарының іріленген көрсеткіш бағасымен. Амортизацияның жылдық суммасын есептеуге ғимарат пен үймереттерге арналған амортизациялық аударымдардың нормасының минималды мәні ретінде анықтамалық мәндер пайдаланылды[19].

Амортизацияның жылдық суммасын есептеп, кестеде 22 кестеде берілді.

22 кесте

Амортизацияның жылдық суммасын есептеу

Ғимарат пен үймереттің	Конструкция типі	Құрылыс көлемінің бірлігі	Құрылыс көлемі	Құрылыс көлемі бірлігінің іріленген құны, мың тңг	Құрылыстың толық сметалық құны, мың тңг	Амортизациялық аударымдар	
						Норма, %	Сумма, мың тңг
1	2	3	4	5	6	7	8
Ғимарат: өндірістік цех	Екі қабатты темір бетон	м ³	8795,6	4	35182,4	1,5	527,746
Тұрмыстық		м ³	187	3,5	654,5	1,5	490,8

7.3 Қондырғыларға капиталды шығындарды есептеу

Қондырғыға капиталды аударымдар (оның сметалық құны) қондырғыны алу шығынынан, оны жеткізу (транспортты-дайындаушы шығындар) және монтаждау шығынынан құралады. Есептелмеген қондырғылар үшін шығындар 5-20% -ке дейінгі аралықта алынады.

Сатып алуға, автоматизация құралдарына, технологиялық құбырларға, инструменттерге, өндірістік инвентарьға және т.б. капиталды шығындар қондырғының сметалық құнынан % есептелінеді: кип және автоматизация құралдары 10-20 %;

-технологиялық құбырлар 10-20 %;

-инструменттер, сатып алынған заттар 1-5 %;

-күштік электроқондырғылар %.

Қондырғыларға капиталды шығындары мен амортизациялық аударымдардың жылдық суммасыны есептеленіп, 23 кесте кестеде көрсетілді.

23 кесте

Қондырғыларға капиталды шығындары мен амортизациялық аударымдардың жылдық суммасының есептеулері

Жабдықтың аталуы	Бір саны	Көтерме сауда бойынша жабдықтар құны,тг		Жабдықтарды жеткізіп беруге,орнатуға,монтаждау БӨП орнатуға, құбырлар салуға жұмсалатын шығындар		Жабдыктар сметалық құны,тг
		Бірліктер	жалпы	%	Жалпы	
Жылытқыш	1	1056781	1056781	60	634068,6	1690849,6
Буландырғыш	1	926986	926986	60	556191,6	982177,6
Рактор	2	1250469	2500938	60	1500562,8	4001500,8
Жылуалмастырғыш	2	251876	503752	60	302251,20	806003,2
Қазан-Утилизатор	1	1020642	1020642	60	612385,2	1633027,2
Конденсатор	1	272345	272345	60	163407	435752
Реактификациялық колонналар	2	1260432	2520864	60	1512518,4	4033382,4
Бужинағыш	1	232562	232562	60	140737,2	375299,2
Қайнатқыш	1	122647	122647	60	73588,2	196235,2
Дистиллят	1	365838	365838	60	219502,8	585340,8
Емкость	2	37403,8	74807,6	60	44884,56	1196922,16

23 кестенің жалғасы

Дефлегматор конденсатор	1	234516	234516	60	1407709,6	164225,6
Барлығы:		6782621,8	9834678,6	60	71167807,16	16501485,8

Жүргізілген есептеулерге негізделе құрама смета құрылып, негізгі қорлардың іріленген құрлымы 24 кестеде анықталады.

24 кесте

Құрама смета және негізгі қор құрлымы

Негізгі қор элементтері	Негізгі қорлардың құрама құны		Амортизациялық аударымдардың жылдық соммасы, мың тнг
1	2	3	4
1. Ғимарат	36614,4	16,34	549,216
2. Жабдықтар	187387,2	83,66	6559,2
Барлығы	224001,6	100	7108,416

7.4 Жұмысшылар санын есептеу

Цехте еңбекті ұйымдастыру. Бұл тарауда цехте жұмыс істейтін жұмысшылардың орнатылған еңбек режимі мен демалысы қарастырылады. Осыған сәйкес жобаланып отырған цехте бір тәулікте үш кезек санынан тұрады. Жұмысшылар өндіріс үздіксіз болғандықтан кезекке сәйкес демалады. Сегіз сағат жұмыс жасайды және түнгі кезекте қосымша қаржы төленеді. Бір орташәтізімдік жұмысшының жұмыс уақытының балансын есептеп, төмендегі кестеде берілді(25 кесте).

25 кесте

Бір орташәтізімдік жұмысшының жұмыс уақытының балансы

Көрсеткіштің аталуы	Белгісі	
	күн	сағат
1	2	3
1. Уақыттың күнтізбелік қоры (Т _{күн})	365	2920
2. Жұмыс емес күндер		
• Демалыс	91	728
• Мейрам		
3. Уақыттың номиналды қоры (Т _{ном})	330	2640

25 кестенің жалғасы

4. Жұмысқа шықпаған уақыт		
• Негізгі демалыс	24	192
• Қосымша демалыс	7	56
Уақыттың эффективті қорым ($T_{эф}$)	320	2560

Үздіксіз өндіріс жағдайына сәйкес номиналды жұмыс қор – 365 немесе 366 күнге тең күнтізбелік уақыттан кезекшілік кестеге сәйкес демалыс күндерін алып тастау жолымен анықталады. Мейрам күндер саналмайды, өйткені бұл күнде жұмыс тоқтатылмайды.

Эффективті жұмыс қоры номиналды жұмыс қорынан жұмысқа шықпаған күндерді алып тастағанға тең болады.

Жұмысшылардың санын анықтау.

Жұмысшылардың соңғы санын есептеу жұмыстың ауысымдылығын ескере отырып жүргізіледі. Тізімділік саны жұмысшылардың ауысымдағы келу санын қайта есептеу коэффициентіне көбейту арқылы анықталады.

$$K_{пер} = T_{кол} / T_{эф} = 365 / 25,6 = 1,42 \quad (7.6)$$

$$P_{сп} = P_{тәу.келу\ саны} * K_{пер} = 15 * 1,42 = 21 \text{ адам} \quad (7.7)$$

Жұмысшылардың санын анықталып, 26 кестеде берілді.

26 кесте

Жұмысшылар санын есептеу

Кәсіптердің аталуы	P баға	Ауысым саны	P келу саны, тәулік	$K_{пер}$	$P_{сп}$
Аға оператор	1	4	3	1,42	5
Оператор	2	4	8	1,42	11
Машинист	1	4	4	1,42	5
Барлығы	4		15		21

Еңбек қорғау заңына сәйкес еңбектік демалыста болудың минимальды ұзақтығы-24 күн. Зиянды, ауыр, және қауіпті еңбек жағдайында жұмыс істейтін жұмысшыларға қосымша демалыс беріледі. Оның минимальды ұзақтығы -7 күн.

Персонал санын есептеу. Цехтегі жұмысшылардың саны орнатылған өндірістік жоспарға сәйкес және үздіксіз жұмысты қамтамасыз ету үшін келесі категориялар түрінде болуы қажет: негізгі және қосымша жұмысшылар. Сонымен қатар инженерлік- техникалық жұмысшылар (ИТЖ), қызметшілер мен кіші қызмет персоналы (КҚП). ИТЖ еңбек ақы жылдық қорының есебі 27 кестеде көрсетілген.

27 кесте

ИТЖ еңбек ақы жылдық қорын есептеу

Лауазымдардың аталуы	Бірлік саны	Айлық оклад	Үстемелер		Барлығы айына	Еңбекақының жылдық қорын есептеу	ФМПСый ақысы (25%)	Уақытты ескеріп отырып еңбекақының жылдық қорын есептеу
			Зияндылық және ауыр шарттар үшін (12%)	Басқалар (15%)				
Қондырғы бастығы	50000	1	6000	7500	63500	600000	150000	750000
Қондырғы механигі	42000	1	5040	6300	53340	504000	126000	630000
Барлығы:	920000	2	10040	13800	116840	1104000	276000	1380000

7.5 Өнімнің өзіндік құнын есептеу

Өнімнің өзіндік құнының калькуляциясы өндіріс процесін жүзеге асырумен байланысты барлық шығындарды қамтуы қажет 27-кестеде келтірілген. Шикізаттар, материалдар, отындар және энергияның жылдық қажеттілігінің құнын анықтау:

Өнім аталуы - фталь ангидридi

Тонна бойынша өнімділік – 90000 т/жыл

Өнімнің өзіндік құндын есептеу үшін жобалық калькуляция 28 кестеде құрылды.

28 кесте

Амортизациялық аударманы есептеу

№	Калькуляция статьяларының аталуы	Өлшем бірлігі	Бірлік өлшемде-гі көтерме баға, тг
1	О-ксилол	тонна	464000
2	Ауа	тонна	45000
3	Катализатор	тонна	50000

28 кестенің жалғасы

4	Тұздар ертіндісі	тонна	9000
5	*Электрэнергия *Су *Бу	КВт/ сағ л кг	5 30 1600
6	Өндірістік меңгеру мен дайындауға кеткен шығындар		525679
7	Қондырғының эксплуатациясы мен мазмұнына кеткен шығындар		5739789,82
8	Зауытшілік тарту шығындар		4563246
9	Цехтік шығындар		14687598,84
10	Жалпы өндірістік шығындар		35678765,34
11	Барлығы		6176471149

Негізгі қорларды топтар бойынша амортизациялық аударымдар нормасы кәсіпорын мәліметтеріне сай алынып 29 кестеде есептелді.

29 кесте

Амортизациялық аударымдарды есептеу

Негізгі қорлардың топтар бойынша аталуы	Негізгі қорлардың бастапқы құны,тг	Жылдық амортизация нормасы,%	Амортизациялық аударымдардың сомасы, тг
Ғимараттар	4680580,00	2,5	117014
Құрылғылар	5702974,00	6,0	342178
Жабдықтар	29767252,06	12,0	2572070
Барлығы	50542572,06		4031262

Негізгі қорларды топтар бойынша амортизациялық аударымдар нормасы кәсіпорын мәліметтеріне сай алынған[19].

7.6 Пайданы және рентабельділікті есептеу

Өнімді таратудан келіп түскен пайда

$$П = (Ц - С)Q \quad (7.8)$$

мұндағы : Ц – кәсіпорынның көтерме бағасы

С – өнімнің бірлігінің өзіндік құны

Q – натуралды бірліктегі өнімнің жылдық көлемі

$$П = (628,000 - 609,000) * 3465,0 = 65835000$$

Рентабельділік деңгейі $P_{жалпы}$ (%)

$$P_{жалпы} = П / \Phi_{осп} + 10\% \Phi_{ош} * 100\% \quad (7.9)$$

мұндағы $\Phi_{осн}$ – нормаланатын айналым қаражаттарының құны, ол шамамен негізгі өндірістік қорлардың құнының 8-10 пайызында қабылданады.

$$P_{жалпы} = 65835000 / 50542572,06 + 5054225,0 * 100\% = 50\%$$

Еңбек өнімділігі Пт

$$Пт = П / ад \quad (7.10)$$

мұндағы ад – жұмысшылар саны

$$Пт = 63835000 / 25 = 2553400 \text{ т/адам}$$

Меншікті капиталды салымдар Куд.вл.

$$Куд.вл. = \Phi_{осн} / G \quad (7.11)$$

мұндағы: G – шикізат мөлшері

$$Куд.вл. = 50542572,06 / 90000 = 561,6 \text{ тенге/тонн}$$

Қор қайтарымды анықтаймыз

мұндағы: $\Phi_{осн}$ – негізгі қорлар құны

$$\Phi = Q * Ц / \Phi_{осн} = 3465,0 * 609,000 / 50542572,06 = 417,5 \text{ т/т} \quad (7.12)$$

Капиталды салымдардың өтелу мерзімін анықтаймыз

$$Ток. = K' / П = 50542572,06 / 65835000 = 0,76 \text{ жыл} \quad (7.13)$$

Капиталды салымдардың тиімділік коэффициенті

$$E = 1 / T = 1 / 0,76 = 1,3 \quad (7.14)$$

Жобаланатын объектінің жалпы сипаттамасы үшін негізгі техникo-экономикалық көрсеткіштер келтіріледі. Олар дипломдық жұмыстың экономикалық бөлімінде келтірілген қорытынды есептеулердің мәліметтерімен 30 кестеде толтырылады.

30 кесте

Техника - экономикалық көрсеткіштер

Негізгі көрсеткіштер, өлшем бірлігі	Мәні
Қондырғы қуаты, мың. т.	90000
Жұмысшылар саны, адам	25
Еңбек өнімділігі, тн/адам	2553400
Капиталды салымдар, мың.тг	6176471149
Меншікті капиталды салымдар, тг/т	561,6
Қор қайтарымы, млн.тенге	417,5
Өнімнің өзіндік құны, млн. Тг	609,000
Пайда, млн.т	65835000
Рентабельділігі, %	50
Өтелу мерзімі, жыл	1
Капиталды салымдардың тиімділігі	1,3

ҚОРЫТЫНДЫ

Дипломдық жобада фталъ ангидрирін о-ксилолдың булы фазада каталикалық тотығу технологиясы толықтай қарастырылды.

Ұсынылып отырған өндіріс технологиясы келесі технологиялық мүмкіндіктерді жүзеге асыруға себепші бола алады: Қазақстандағы ароматты көмірсутектерді алу технологиясын енгізу, оларды ары қарай өңдеп, алынған өнімді импорттап, еліміздің экономикасын ішкі және сыртқы нарықта жаңа деңгейге көтеру.

Қондырғыны әзірлеу барысында барлық нормативті құжаттармен қолайлы әрі адам денсаулығына өндірістік зиян факторлардың алдын алу шаралары ескерілген. Сол сияқты қоршаған ортаны қорғау, процесті басқару мақсатында қондырғыны жаңа аспаптармен автоматтандыру мәселері қарастырылды. Дипломдық жобада қондырғыға техника-экономикалық баға берілді. Әлемдік мұнайхимиясы өндірісіне әдеби талдау арқылы фталъ ангидридін өндіру процесі үшін активтілігі және талғамдылығы жоғары ванадий-калий-сульфатты катализатор таңдалынды.

Пайдаланылган әдебиеттер

1. Березин, Б. Д. Курс современной органической химии / Б.Д. Березин, Д.Б. Березин. - М.: Высшая школа, 2003. - 768 с.
2. Грандберг, И. И. Органическая химия. Учебник / И.И. Грандберг, Н.Л. Нам. - М.: Юрайт, 2014. - 608 с.
3. Атырауский нефтеперерабатывающий завод <https://www.anpz.kz>. Дата посещения 15.04.2019
- 4.Гцлованенко Б. И., Шарипов А. Х., Иоффе И. И., Мухтару л- л и н а Ф. Г., Получение фталевого ангидрида сопряженным парофазным окислением углеводородов на ванадиевых катализаторах. (2012)
- 5.Кавасаки Г., Йокояма Р., Способ получения фталевого ангидрида из оксилола каталитическим окислением в газовой фазе, яп. пат. 4463 1,(2015);
6. Michali R., Ciolan J., Curca M., Pucuo P., Phtalic anhydride from o-xylene, пат. ФРГ 1205520 (2015); С.А., 64, 8097g(2016)
7. Гуревич Д. А., Ципенюк М. Х., Тищенко А. И., Способ дистилляции фталевого ангидрида, авт. свид. (1957)
8. Ворожцов Н.Н., Основы синтеза промежуточных продуктов и красителей, Госхимиздат, 1999.
9. Жоров Ю.М. Расчеты и исследования химических процессов нефтепереработки. М., Химия, 1973. 214 с.
10. Phtalic anhydride, Petr. Ref., 32, 162 (2005)
11. Катунин В. Х., Кузнецова М. В., Очистка фталевого ангидрида от нафтохинона путем термохимической обработки, Хим. пром., № 9, 670(2003).
12. Кузнецов А.А. Когерманов С.Н. Расчет процессов и аппаратов нефтеперерабатывающей промышленности. – М.: Химия, 1974
13. Танатаров М.А., Ахметина М.Н., Фасхутдинова Р.А. Технологические расчеты установок переработки нефти. - М.: Химия, 1987. 210 с.
- 14.Косинцев В.И., Михайличенко А.И., Основы проектирования химических производств.М., 2010 г.
15. Черенков В.А. Промышленные приборы и средства автоматизации Справочник.- Л.: Машиностроение, 1987. 220 с.
16. Гуревич Д. А., Санитарно-гигиеническая характеристика производства фталевого ангидрида, в сб. «Техническая и экономическая информация», сер. «Охрана труда и техника безопасности», вып. 1, изд. НИИТЭХим, 2001.
- 17 Гуревич Д. А., Ципенюк М. Х., Тищенко А. И., Способ дистилляции фталевого ангидрида, авт. свид. (2005)
18. Измбергенова М.К. Методическое указание к экономической части дипломного проекта для студентов специальности.- Шымкент: КазХТИ. 1990. 25 с.
- 19.Новиков С.В. Экономика химической промышленности. – М.: Химия, 1999.

**ҒЫЛЫМИ ЖЕТЕКШІНІҢ
СЫН-ШІКІРІ**

Дипломдық жобаға

Изтаева Аида

5B072100 – «Органикалық заттардың химиялық технологиясы»

Тақырыбы: Фталь ангидридін алу кондырғысын жобалау

Заманауи мұнайхимия саласында ароматты көмірсутектерді өндірісте қолданудың маңызды бір ерекшеліктері болып олардан көп тоннажды полимерлік материалдар - пластификаторлар, синтетикалық талшықтар сияқты өнімдердің мономерлерін алу болып табылады. Шикізат ретінде бензол, о-, м- и п- ксилолдар қолданылады. Сондай маңызды шикізаттың бірі болып фталь ангидридін табылады. Фталь ангидридін о-ксилолдан алу технологиясы Қазақстан мұнайхимиясы үшін келешекте үлкен маңызы бар өндірістердің бірі болып саналады.

Изтаева Аида орындаған дипломдық жоба о-ксилолдан булы фазада гетерогенді катализатор қатысында фталь ангидридін алуға арналған.


Дипломдық жобаны орындау барысында Изтаева А. фталь ангидридін өндірісінің заманауи технологияларына әдеби шолу жасап, процестің мақсатты өнім бойынша тиімділігін арттыруға мүмкіндік беретін катализатор тандап және реактордан артық реакция жылуын әкетудің оңтайлы тәсілін ұсынды.

Дипломдық жобаны орындау барысында Изтаева А. теорияда алған білімін және диплом алды практикада алған дағдыларын іс жүзінде қолдана алатынын, жобалаған процестің технологиялық ерекшеліктерін түсіне білетінін көрсетті. Сондықтан тәжірибелік және теоретикалық дайындығының деңгейі бойынша Изтаева А «жақсы» деген бағаға және 050721 – «Органикалық заттардың химиялық технологиясы» бакалавр дәрежесіне сай деп санаймын.

Ғылыми жетекші

Х.Ғ.Д., ассоц.профессор

(лауазым, ғылыми дәрежесі, атағы)

 Селенова Б.С.
(колы)

«16» 05 2019 ж.



Университет:	Satbayev University
Название:	ФТАЛЬ АНГИДРИДІН АЛУ ҚОНДЫРҒЫСЫН ЖОБАЛАУ
Автор:	Истаева Аида
Координатор:	Багадат Селенова
Дата отчета:	2019-05-15 20:19:03
Коэффициент подобия № 1:	3,4%
Коэффициент подобия № 2:	0,0%
Длина фразы для коэффициента подобия № 2:	25
Количество слов:	7 543
Число знаков:	54 020
Адреса пропущенные при проверке:	
Количество завершённых проверок:	28



К вашему сведению, некоторые слова в этом документе содержат буквы из других алфавитов. Возможно - это попытка скрыть позаимствованный текст. Документ был проверен путем замещения этих букв латинским эквивалентом. Пожалуйста, уделите особое внимание этим частям отчета. Они выделены соответственно. Количество выделенных слов 122

- Самые длинные фрагменты, определенные, как подобные
- Документы, содержащие подобные фрагменты: Из домашней базы данных
- Документы, содержащие подобные фрагменты: Из внешних баз данных
- Документы, содержащие подобные фрагменты: Из интернета

Детали отчета подобия

- Фрагменты, найденные в документах базы данных отмечены красным цветом.
- Фрагменты, найденные в интернете отмечены в зеленым .
- Фрагменты, найденные в базе данных Юридических актов отмечены синим фоном .

Кіріспе

Қазіргі таңда мұнай химия өндірісінің қарқынды дамуына байланысты әлемдік нарыста органикалық заттарға сұраныс күннен күнге шапшаң түрде өсуде.

Сондықтан ароматты көмірсутектерді өндіру және олардан әр түрлі өнімдерді алу еліміздің экономикасын жаңа деңгейге көтерері. Ароматты көмірсутектер химиялық өндірісінің және кең тұтыну өнім өндірісінде қолданылатын ең маңызды шикізат көзі болып табылады.

Қазақстандағы ароматты көмірсутектер өндіруге бірден бір септігінің тигізетін зауыт Атырау мұнай өңдеу зауыты болып табылады. Себебі бұл зауытта жоңғария өндіретін кешен АҚОҚ дамып келе жатыр.

Ароматты көмірсутектердің маңызды өнімдерінің бірі ф-кислота.

Фталь ангидридтің ө-кислотадан булфазалы әдісімен алу технологиясы көпестеге уағыз маңыты бар өндірістердің бірі болып табылады. Себебі, фталь ангидридті органикалық химия өндірісінің аралық өнімі болып табылады. Фталь ангидридтің негізгі қолданушысы болып целлюлозалық масса және бөлімшартір материалдар өндірісі болып табылады.