

ӘОЖ 661.635.66:631.859.11

Ж.Қ. Қалдарбекова*, Ш.Т. Кошкарбаева, М.З. Ескендилов, А.А. Қадірбаева
магистрант, М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент, Қазақстан
т.ғ.к., доцент, М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент, Қазақстан
т.ғ.д., профессор, М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент, Қазақстан
т.ғ.к., доцент, М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент, Қазақстан
*Корреспондент авторы: khaliya87@mail.ru

НАТРИЙ ПИРОФОСФАТЫ ӨНДІРІСІНІҢ ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ЖОБАСЫ

Түйін

Мақалада натрий пирофосфатының негізгі физика химиялық қасиеттері, қолданылу аумағы және өндірістің материалды ағымының есебі келтірілген. Натрий пирофосфаты буферлік агент, эмульгатор, диспергатор, су жұмсартқыш, майды кетіру агенті, тот кетіргіш және басқа пирофосфатты өндіру үшін шикізат ретінде пайдаланылады. Натрий пирофосфатына сұраныс жоғары болуы себебінен, оны өндіру қажеттілігі негізделген, сонымен қатар технологияны жетілдіру әдістері және соңғы өнімнің сапасын жоғарылату зерттелген. Мақалада қақталған соданы қолдану арқылы натрий үшполифосфатын алудың материалды балансын есептеудің нәтижелері келтірілген. Бұл кезде қосымша өнімнің түзілу мүмкіндігі, олардың сандық көрсеткіштері және таңдалынып алынған әдістері бойынша қоспалардың түрлері негізделген. Натрий пирофосфатының тағам өндіру өндірістерінде қолданылуына байланысты, алынатын өнімнің қоспа компоненттерінен тазалау әдістері келтірілген.

Кілттік сөздер: натрий пирофосфаты, қақталған сода, бейорганикалық қосылыс, зерттеу жұмысы, жоба, өндіріс, буландыру.

Кіріспе

Қазақстан Республикасының барлық дерлік облыстарында бейорганикалық заттар өндіретін үлкенді – кішілі зауыттар жеткілікті. Олардың барлығы да қазіргі кезде қайта құрылып, нарық жағдайына бейімделіп жұмыс істей бастады. Жоғары сапалы өнім шығару үшін жаңа технологиялар оларды негізінде өнім өндіру жоғары деңгейдегі басты мәселе. Сондықтан ғылыми тұрғыдан жаңа өндіріс жобаларын құру инженер мамандардың басты міндеттері.

Натрий пирофосфаты буферлік агент, эмульгатор, диспергатор, су жұмсартқыш, майды кетіру агенті, тот кетіргіш және басқа пирофосфатты өндіру үшін шикізат ретінде пайдаланылады.

Сонымен қатар ол қағаз, көкөніс талшықтарының, тіс пастасы ағартқыштарында, жуғыш және сусабындарда қолданылады. Гальваникалық процестерде оны қаптама ерітіндісін дайындау үшін қолдануға болады.

Натрий пирофосфатын алу жолдарын көптеген ғалымдар зерттеген. Натрий үшполифосфатын тазартқыш және жуғыш заттар компоненттерін алуда пайдаланатындықтан фосфор қышқылын содосульфатты қалдығымен $\text{Na}_2\text{O} : \text{P}_2\text{O}_5 = 1,66-1,70$ мольдік қатынасқа дейін бейтараптау арқылы алған [1].

Ғалымдардың [2] зерттеулері бойынша өнім тағам технологиясы мен жуғыш заттар технологиясында қолданылатындықтан олар мышьяк және қорғасын қоспаларының мөлшерін сүзгілеу үрдісінің тиімділігін арттыра отырып алу болып табылады. Әдісте фосфор қышқылымен соданы бейтараптайды, тұнбаны қалыптайды және сүзгіден өткен ерітіндіні бейтараптайды, дегидратациялайды, фосфаттарды қақтайды. Бейтараптау сатысын натрий тотығымен фосфор тотығының қатынасын (0,8-1,07):1 аралығында алады.

Материалдар мен әдістер

Натрий пирофосфатын алуды зерттеу институтының ғалымдары [3] зерттеген. Олар фосфор қышқылын содамен рН 6,3-6,7 дейін бейтараптап, содан соң реакциялық массаға кальций карбонатын және күкіртқұрамдас компонент қосады. Суспензияны сүзеді, ерітіндіні термиялық өңдеуден өткізіп, дайын өнім алады. Бейтараптау сатысында рН = 6,3-6,7 дейін ерітіндіге кальций карбонаты мен сілтілік металдардың сульфидінің массалық қатынасы (0,002-0,):1 аралығындағы қоспасын қосады. Қоспа 25-30 мин аралығында ұсталынады. Ұсынылып отырған техникалық шешім микроқалдықтарды 3-15 есе азайтуға болатындығын көрсетеді. Сонымен бірге сүзу жылдамдығын 1,5-2 есе жоғарылатады.

Авторлар [4] натрий пирофосфатын экстракциялық фосфор қышқылы мен термиялық фосфор қышқылының қоспасын содамен бейтараптауды ұсынады. Бұл әдіс бойынша натрий үшполифосфатын алудың энергия шығындарын азайтуға болады. ЭФҚ және ТФҚ қатынасы 1: (0,85-0,95) массалық бөлікте алынады.

Натрий пирофосфатының тұтынушылығы 1985 жылдары 2,8 млн.тонн немесе 1,62 млн. тонн P_2O_5 құраған [5]. Оны өндіретін елдер қатарына АҚШ, ТМД, Германия, Франция, Ұлыбритания, Испания, Италия жатады.

Еуропалық натрий пирофосфатын алатын концерн Hoechst компаниясы болып табылады. Ол Германия территориясында орналасқан ең қуатты өндіріс. Сонымен қатар тағыда бір Еуропалық ірі өндіріске Albright & Wilson компаниясы жатады.

Жуғыш заттар композициясында көбік түзілуге қарсы күресуге жемдік және тағамдық қоспа, және т.б. үшін қолданылатын натрий пирофосфатын алу әдісі [6] зерттелінген. Әдістің мәні: терең фторсыздандыру үрдісін рН 0,7-2,5 дейін содамен бейтараптайды, содан соң тұнбаны сүзеді, фильтратты барий қосылыстарымен сульфатсыздандырады. Бұл кезде молярлық қатынасты $CaO: BaO$ 0,2-0,4 етіп алады. Суспензияны содамен молярлық қатынасы 1,05-1,08 және 1,63-1,65 етіп, 80-85⁰С температурада, әрбір сатыда 2-2,5сағ аралығында бейтараптайды.

Натрий пирофосфатын алуда авторлар зерттеу [7] жұмысын жүргізген. Олар экстракциялық фосфор қышқылын екі сатылы бейтараптауға негізделген. Экстракциялық фосфор қышқылының құрамында сульфат-ионы артық мөлшерде кальций сульфаты түрінде түзілуі үшін (массалық қатынасы $SO_3:P_2O_5$ -0,028-0,08) ортаның рН 4,5 және 6,6 дейін содамен бейтараптайды, әрбір сатыда қоспа тұнбасын бөліп алады. Әдісте натрий сульфаты бейтараптаудың бірінші сатысында сүзілу қабілетін жақсартады, ортофосфаттардың натрий пирофосфатына өту дәрежесін 99 пайызға дейін жоғарылатады.

Теориялық мәліметтерді қорыта келгенде натрий пирофосфаты тағам саласының көптеген өнімдерінде пайдаланылатыны анықталды. Сондықтан натрий пирофосфатының технологиясын жобалау басты міндет болып табылды.

Натрий пирофосфаты өндірісінде негізгі шикізат болып фосфор қышқылы, қақталған сода пайдаланылады. Он сулы натрий пирофосфатының өндірісінде, келесідей энергия ресурстары пайдаланылады: электр энергиясы, сығынды ауа, табиғи газ ($Q=8666кДж$), айналмалы су.

Натрий пирофосфатын алудың негізгі жолы термиялық фосфор қышқылын қақталған содамен бейтараптандырып, түзілген динатрийфосфат ерітіндісін сусыздандырып, 390-510⁰С – та натрий пирофосфаты түзілгенше қақтау болып табылады.

Фосфор қышқылының бейтараптандырылуы келесі реакция арқылы жүреді:



Бейтараптау үшін 40-43 % фосфор қышқылы керек, процесс 60-80⁰ температурада жүргізіледі, рН 7,5-9,0, ерітіндінің тығыздығы $\rho=1,34-1,4г/см^3$.

1-кестеде бастапқы шикізаттар, материалдар және жартылай фабрикаттар сипаттамасы берілген.

Дайын ерітінді CO_2 газы ұшқанша қайнатылады. Механикалық қоспалар рамалы сүзгіде сүзілу арқылы тазаланады. Қоспалардан тазартылған ерітіндіні сусыздандырады, кептірілген динатрийфосфатты – дегидратациялайды. Динатрийфосфат ерітіндісі $400\text{-}700^\circ\text{C}$ температуралы кептіргіштің жоғарғы бөлігіне келіп түсетін ыстық газдар ағынына қысыммен беріледі, одан ол $100\text{-}200^\circ\text{C}$ температурамен шығарылады. Кептіргіштен өнім 50% ылғалдылықпен шығады.

1–кесте- Бастапқы шикізаттар, материалдар және жартылай фабрикаттар сипаттамасы

Шикізат, материалдар, жартылай фабрикаттар атауы	Стандарт, техникалық жағдай. Шикізатты дайындау бойынша регламент	Регламенттелген көрсеткіштер
1. Динатрийфосфаттар ерітіндісі	Динатрийфосфат өндірісінде дайындалады	Тығыздығы $1,38\text{-}1,4$ (г/см ³)
2. Ортофосфор қышқылы (сұйытылған)	РФҚ цехының регламенті МЕСТ 5100-85	Тығыздығы $1,62\text{-}1,67$ (г/см ³)
3. Қышқылға төзімді сүзгі ұнтақ	РСТ МЕСТ 1071-79	МЕСТ 1071-79 талапы бойынша келісілген
4. Дистилденген су	МЕСТ6709-72	Хлоридтердің массалық үлесі $0,02$ (мг/дм ³) артық емес

Құрғақ динатрийфосфат дегидратациясын айналмалы барабанды пештерде немесе материалдарды араластыруға арналған горизонталь қалақшалары бар жылжымайтын пештерде жүргізіледі. Динатрийфосфаттың кептіру мен дегидратациялау қос процесін – отқа төзімді кірпішпен қапталған цилиндр мұнаралы кептіру-қақтау пештерінде жүргізіледі. Пештің төменгі бөлігінде 4 қақтағыш және 2 салқындатқыш табақшалар орналасқан. Кептіргіш камераның жоғарғы бөлігіне берілетін ерітінді сусыздандырылып, ауырлық күшінің арқасында сусыз динатрийфосфат табақшалардың жоғарғы бөлігіне түседі де, жоғарыдан төмен қарай сырғып отырып пирофосфатқа айналғанша қақтау сатыларын өтеді. Төртінші қақтау табақшадан 400°C температуралы материал суық су өткізетін суытқыш табақшаларға келіп түседі. Мұнарадан шығар кезде өнім температурасы 80°C болады.

Динатрийфосфаттың дегидратациясы келесі реакция бойынша жүргізіледі:



Кептіргіш камерасындағы температура $130\text{-}280^\circ\text{C}$ аралығында болады.

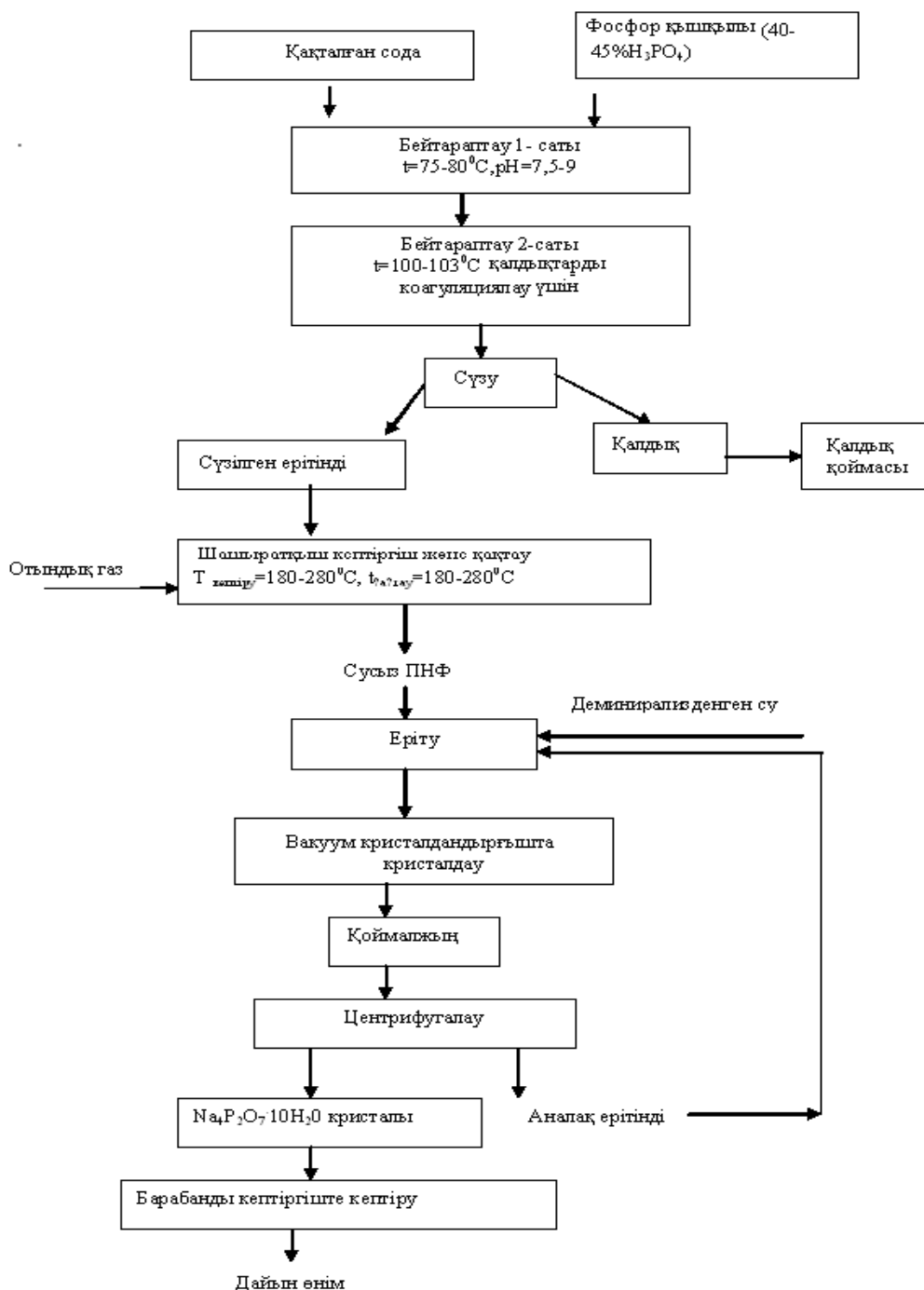
Зерттеу нәтижелері

Сусыздандыру процесінің нәтижесінде құрамында $93\text{-}98\%$ негізгі заты бар сусыз пирофосфат түзіледі (PO_4^{3-}) –қа есептегендегі ортофосфаттың мөлшері 2% - дан аспауы керек. Онсулы тұз алу үшін алынған өнім температурасы 80°C , тығыздығы $1,08\text{-}1,16$ кг/м³ болатын аналық ерітіндіде немесе деминерализацияланған суда ерітіліп, $20\text{-}40^\circ\text{C}$ температурада үздіксіз араластыра отырып кристалданады. Ерітінді тығыздығы $1,30\text{-}1,35$ т/м³ болуы қажет, ол 22% $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ – ға сәйкес келеді.

Онсулы тұздың түзілу реакциясы: $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7 + 10\text{H}_2\text{O} = \text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ Тұз кристалдары ерітіндіден центрифуга арқылы ажыратылып, құрамында $0,5\%$ ылғал қалғанша кептіріліп, қораптауға жіберіледі. 1-ші суретте онсулы пирофосфат алудың технологиялық схемасы көрсетілген.

Жобада фосфор қышқылын бейтараптандыру сатысындағы 1т. қақталған соданың материалдық есептемесі жүргізілді.

Есептемеде ең алдымен 1т. содамен бірге қанша негізгі зат пен қоспалар келетіні анықталды. Есеп соңында берілген мәліметтерге сүйеніп, 1000 кг. қақталған соданың құрамында 992 кг натрий корбанаты (Na_2CO_3), хлоридтер (Cl^-) 3,034 кг., сульфаттар (SO_4^{2-}) 0,27 кг, темір (Fe^{3+}) 0,021 кг, суда ерімейтін заттар 0,4, су (H_2O) 2,17 кг. болатындығы есептеліп анықталды. Осыдан кейін фосфор қышқылының массасы анықталды. Есептеу нәтижелерінен 1000кг қақталған соданы бейтараптандыру үшін кететін фосфор қышқылының жалпы массасы 917,10367 кг құрады. H_3PO_4 -тің шоғыры мен соңында шыққан фосфор қышқылындағы қоспаларды біле отырып, 1т. қақталған соданы бейтараптандыруға жұмсалатын массасы 1256.3063 кг тең болды.



Сурет 1. Он сулы натрий пирофосфатын алудың технологиялық схемасы

Жобаланған цехтың сағаттық өнімділігін есептеудің материалды балансы есептелді. Цехтың өнімділігі көбінесе тонна жылына беріледі. Есептеу және қондырғыларды таңдау, коммуникациялау және басқа да жоба жұмыстарын жүргізу үшін цехтың сағаттық өнімділігі алынады, яғни кг/сағ. Материалды балансты есептеуге қажетті қайта есептеу коэффициентін анықтамас бұрын цехтың жұмыс істеу режимін және жөндеу жұмыстар уақытын анықтау қажет. Бастапқы мәліметтер бойынша цехтың өнімділігі M_0 т/жылына, жөндеу жұмысының уақыты t_0 тәулік. Үздіксіз жұмыс ітейтін өндіріс үшін тәулігіне 24 сағат. Сонда жобаланып жатқан өндірістің өнімділігі есептеу нәтижесінде 1,2254902 т/сағ тең болды.

Қорытынды

Дамыған елдердің экономикасының үздіксіз алға басуы инновациялық қызметті үнемі қолдап, қуаттайтын және ынталандыратын саясаттың арқасында мүмкін болып отыр. Бұл саясат ел экономикасының бұзып-жарып алға шығуын қамтамасыз ететін озық технологияны, басқарудың жаңа түрлерін, ғалымдар мен өнертапқыштардың ойлап шығарған жаңа дүниелерін тез өндіріске енгізіп отыруға бағытталған.

Натрий пирофосфатын өндірудің түрлі әдістеріне шолу жасалып, оның тиімді параметрлеріне қысқаша сипаттама берілді. Технологиялық бөлімде натрий карбонаты мен фосфор қышқылын бейтараптау арқылы натрий пирофосфатын алу, одан ары қарай кептіру, қақтау сатыларының технологиясын сипаттап, негізгі қондырғылар мен аппараттарға және материалдық есептеулер жүргізілді. Сонымен қатар өнімдер мен шикізаттарға сипаттама берілді.

Әдебиеттер тізімі

1. Кармышев В.Ф., Соболев Б.П., Носков В.Н. Производство и применение кормовых фосфатов. М.: Химия, 1987, 364 с.
2. Зинюк Р.Ю. Способ получения пирофосфат натрия. Пат. 2008257 RU. 1994.
3. Аюпова С.Р. Способ получения пирофосфат натрия. Пат. 1761664 RU. 1992.
4. Кривоносов Ю. С. Способ получения пирофосфат натрия. Пат. 2102314 RU. 1998.
5. Икрамов Р.Т. Способ получения пирофосфат натрия. Пат. 10554299 RU. 1982.
6. Соловьев А.С. Способ получения пирофосфат натрия. Пат. 256741 RU.1989.
7. Бугенов Е.С., Джусипбеков У.Ж. Физико-химические основы и технология производства неорганических соединений фосфора. Алматы: Кітап, 2006, 345с.

References

1. Karmyshev V.F., Sobolev B.P., Noskov V.N. Proizvodstvo i primeneniye kormovyh fosfatov. M.: Himiya, 1987, 364 s.
2. Zinyuk R.YU. Sposob polucheniya pirofosfat natriya. Pat. 2008257 RU. 1994.
3. Ayupova S.R. Sposob polucheniya pirofosfat natriya. Pat. 1761664 RU. 1992.
4. Krivonosov YU. S. Sposob polucheniya pirofosfat natriya. Pat. 2102314 RU. 1998.
5. Ikramov R.T. Sposob polucheniya pirofosfat natriya. Pat. 10554299 RU. 1982.
6. Solov'ev A.S. Sposob polucheniya pirofosfat natriya. Pat. 256741 RU.1989.
7. Bugenov E.S., Dzhusipbekov U.ZH. Fiziko-himicheskie osnovy i tekhnologiya proizvodstva neorganicheskikh soedineniy fosfora. Almaty: Kitap, 2006, 345s.

Ж. К. Калдарбекова*, Ш. Т. Кошкарбаева, М. З. Ескендилов, А. А. Кадирбаева

магистрант, Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан
к. т. н., доцент, Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан
д. т. н., профессор, Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан
к. т. н., доцент, Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан

*Автор для корреспонденции: khaliya87@mail.ru

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЕКТ ПРОИЗВОДСТВА ПИРОФОСФАТА НАТРИЯ

Аннотация

В статье приведены основные физико-химические свойства пирофосфата натрия, область применения и расчеты материального потока производства. Отмечено, что пирофосфат натрия широко используется в качестве сырья для буферного агента, эмульгатора, диспергатора, умягчителя воды, агента для удаления масла, дезодоратора. В связи с высоким спросом на пирофосфат обоснована необходимость его производства, исследованы методы усовершенствования технологии и

повышения качества конечной продукции. В статье приведены результаты расчета материального баланса получения триполифосфата натрия с использованием кальцинированной соды. При этом отмечены возможности образования побочных продуктов, их количественные показатели и виды соединений по методам выбора анализа. Согласно области применения пирофосфата натрия пищевой промышленности приведены методы очистки продукта от примесных компонентов.

Ключевые слова: пирофосфат натрия, кальцинированная сода, неорганическое соединение, исследовательская работа, проект, производство, испарение.

Zh.K. Kaldarbekova, Sh.T. Koshkarbayeva, M.Z. Yeskendirov, A.A. Kadirbayeva

Master's student, M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan

Doctor of Technical Sciences, Professor, M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan

*Corresponding author's email: khaliya87@mail.ru

TECHNOLOGICAL PROJECT FOR THE PRODUCTION OF SODIUM PYROPHOSPHATE

Abstract

The article presents the main physico-chemical properties of sodium pyrophosphate, application area and calculations of the material flow of production. It is noted that sodium pyrophosphate is widely used as a raw material for a buffering agent, emulsifier, dispersant, water softener, agent for removing oil, deodorizer. Due to the high demand for pyrophosphate, the necessity of its production, investigated methods of technology improvements and improve the quality of the final product. The article presents the results of calculating the material balance for obtaining sodium tripolyphosphate with using soda ash. At the same time, the possibility of formation of by-products is noted, their quantitative indicators and types of compounds according to the methods of choice of analysis. According to the scope of use of sodium pyrophosphate in the food industry, methods are given for cleaning the product from impurity components.

Key words: sodium pyrophosphate, smoked soda, inorganic compound, research work, project, production, evaporation.