

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Сәтбаев университеті

Металлургия және өнеркәсіптік инженерия институты

Көлік техникасы кафедрасы

Әден М.Р.

Цемент өндірісінде клинкерді жағы аумағында айналдырмалы пештің профилін
өзгертіп жаңғырту

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

5B071300 – «Көлік, көлік техникасы және технологиялары» мамандығы

Алматы 2020

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Сәтбаев университеті

Металлургия және өнеркәсіптік инженерия институты

Көлік техникасы кафедрасы

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ

Кафедра меңгерушісі,
техн. ғылым. д-ры, профессор
_____ С.А. Машеков

«___» _____ 2020 ж

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы: «Цемент өндірісінде клинкерді жағы аумағында айналдырмалы
пештің профилін өзгертіп жаңғырту»

5B071300 -«Көлік, көлік техникасы және технологиялары» мамандығы
бойынша

Орындаған

Әден М.Р.

Ғылыми жетекші
техн. ғыл. канд., доцент
_____ Р.А. Козбагаров
«___» _____ 2020 ж

Алматы 2020

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ
Сәтбаев университеті
Металлургия және өнеркәсіптік инженерия институты
Көлік техникасы кафедрасы
5B071300 - «Көлік, көлік техникасы және технологиялары»

БЕКІТЕМІН

Кафедра меңгерушісі,
техн. ғылым. д-ры, профессор
С.А. Машеков

«___» _____ 2020 ж

**Дипломдық жұмыс орындауға
ТАПСЫРМА**

Білім алушы Әден Марғұлан Русланұлы

Тақырыбы Цемент өндірісінде клинкерді жағы аумағында айналдырмалы
пейістің профилін өзгертіп жаңғырту

Университет басшысының «27» 01. 2020 ж №762-б бұйырығымен бекітілген
Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі «15» мамыр 2020 жыл

Дипломдық жұмыстың бастапқы берілістері: Қолданыстағы пейісті жабдық-
тардың конструкциясы, ғылыми-техникалық оқулықтар және патентті
ақпараттар

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі:

- а) Жалпы бөлімі
- б) Жобалық-конструкторлық бөлімі
- в) _____

Сызба материалдар тізімі (міндетті сызбалар дәл көрсетілуі тиіс)

1. Құрылымдар анализі – 1 бет; 2. Құрылымдар схемасы – 2 бет; 3. Құры-
лымның жалпы көрінісі -1 бет; 4. Құрылымның құрама сызбалары– 3 бет

Ұсынылатын негізгі әдебиеттер: 10 атау

Дипломдық жұмысты дайындау

КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекші мен кеңесшілерге көрсету мерзімдері	Ескерту
Жалпы бөлімі		
Жобалық-конструкторлық бөлімі		

Дипломдық жұмыс бөлімдерінің кеңесшілері мен норма бақылаушының аяқталған жұмысқа қойған
қолтаңбалары

Бөлімдер атауы	Кеңесшілер, аты, әкесінің аты, тегі (ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Жалпы бөлімі	Р.А. Козбагаров, техника ғылымдары кандидаты, доцент		
Жобалық-конструкторлық бөлімі	Р.А. Козбагаров, техника ғылымдары кандидаты, доцент		
Норма бақылау	Н.С. Камзанов, магистр		

Ғылыми жетекші _____ Р.А. Козбагаров

Тапсырманы орындауға алған білім алушы _____ М.Р. Әден

Күні « ____ » _____ 2020 ж.

АНДАТПА

«Цемент өндірісінде клинкерді жағы аумағында айналдырмалы пештің профилін өзгертіп жаңғырту» тақырыбына дипломдық жұмысты автордың қорытынды аттестациясына және бакалавр академиялық дәрежесін алуға ұсынылады.

Осы жұмыста көлік құрылымының талдама негізінде, жабдықтардың өлшемі, қайта құрылымдау арқылы келесі тұжырымдамалар жасалған: отын мен электрлік күш шығыны цемент құнының құрылымында 50-75%, 79% құрайды, демек клинкерді күйдіру шығыны отынды үнемдеу мақсатында пеш құрылымының өзектілігімен нақтыланады; оптималды шамаларға дейін кең аралықта $1,5 \text{ мин}^{-1}$ дейін пештің айналым жылдамдығы мен күйдіру зонасындағы қималық өзгерістермен айналмалы пештерді модернизациялау, сондықтан клинкерді күйдіруге жұмсалған отын шығынын төмендетеміз; жүргізілген патентті зерттеулер нәтижесінде $3,6 \times 150$ айналмалы пеш 38 м ұзындықта $3,6 \times 4 \times 150$ м пеш корпусын өзгерте отырып қайта құрастыра аламыз, сонымен қатар корпусының айналу жиілігін $0,02416 \text{ с}^{-1}$ арттырып, басты редуктордағы тісше жұптары алмастырылады; жүргізілген есептеулер бойынша жабдықтардың алынған өлшемдерінің жұмыс өнімділігі қамтамасыз етіліп, сыртқы күштерге төзімділігі қанағаттандырылады. Беріктік қоры арқылы сепке алынбаған жүктеме қозғалысы компенсацияланбайды (бүйірлік күштер, бұрау моменті, динамиалық жүктеме және т.б) және негізгі қажетті есептемелер орындалған және жұмыс сызбалары өңделді.

Түсіндірме жазбасы 45 беттен тұрады, графикалық бөлімінде А1 форматындағы 7 парақ бар.

АННОТАЦИЯ

Дипломный работа на тему: «Модернизация вращающихся печей с изменением их профиля в зоне обжига клинкера для выпуска цемента», представляется для итоговой аттестации автора и присвоения академической степени бакалавра.

В данной работе на основании выполненного анализа конструкций машин, литературного обзора, расчетов конструктивных параметров оборудования, расчет эффективности от реконструкции, можно сделать следующие выводы: в структуре себестоимости цемента затраты на топливо и электроэнергию составляют 50-75%, 79% из которых расходуется на обжиг клинкера, что подтверждает актуальность реконструкции печи с целью экономии топлива; модернизация вращающихся печей с изменением их профиля в зоне обжига и увеличение скорости вращения печей до $1,5 \text{ мин}^{-1}$ с регулированием ее в широком диапазоне до оптимальных значений, что позволит снизить потребность расхода топлива на обжиг клинкера; в результате проведенного патентного исследования принято реконструировать вращающейся печь $3,6 \times 150 \text{ м}$ путем изменения корпуса печи на $3,6 \times 4 \times 150 \text{ м}$ с разгрузочной части на длину 38 м, а также увеличить частоты вращения корпуса до $0,02416 \text{ с}^{-1}$ путем замены первой зубчатой пары главного редуктора ДД-3200; произведенные расчеты показывают, что выбранные параметры оборудования обеспечивают его работоспособность и удовлетворяют условиям прочности при воздействии учтенных внешних нагрузок. Имеющийся запас прочности может компенсировать действие неучтенных нагрузок (боковых сил, скручивающих моментов, динамических нагрузок и др.), а также выполнены необходимые расчеты и разработаны рабочие чертежи.

Пояснительная записка изложена на 45 страницах, графическая часть содержит 7 листов формата А1.

ABSTRACT

Diplomatic work on the topic: “Modernization of rotary kilns with a change in their profile in the clinker firing zone for cement production”, is presented for the final certification of the author and assignment of an academic bachelor's degree.

In this paper, based on an analysis of machine designs, a literature review, calculations of equipment design parameters, calculation of efficiency from reconstruction, we can draw the following conclusions: in the structure of cement prime cost, fuel and electricity costs are 50-75%, 79% of which is spent on firing clinker, which confirms the relevance of the reconstruction of the furnace in order to save fuel; modernization of rotary kilns with a change in their profile in the firing zone and an increase in the rotational speed of furnaces to 1.5 min^{-1} with its regulation in a wide range to optimal values, which will reduce the fuel consumption for clinker burning; as a result of a patent study, it was customary to reconstruct a $3.6 \times 150 \text{ m}$ rotary kiln by changing the furnace casing by $3.6 \times 4 \times 150 \text{ m}$ from the discharge part to a length of 38 m, and also increase the casing rotation speed to 0.02416 s^{-1} by replacing the first gear pair of the main gearbox ДД – 3200; the calculations show that the selected parameters of the equipment ensure its operability and satisfy the strength conditions when exposed to external loads. The available margin of safety can compensate for the effect of unaccounted loads (lateral forces, torsional moments, dynamic loads, etc.), as well as the necessary calculations are made and working drawings are developed.

The explanatory note is set out on 45 pages, the graphic part contains 7 sheets of A1 format.

МАЗМҰНЫ

	Кіріспе.....	9
1	Жалпы бөлімі.....	10
1.1	Цемент зауытының сипаты.....	10
1.2	Кәсіпорындағы цемент өндірісінің технологиялық үрдісі.....	11
1.3	Клинкерді күйдіру цехындағы негізгі технологиялық жабдықтар.....	15
2	Жобалық-конструкторлық бөлімі.....	18
2.1	3,6x150 м айналмалы пештің құрылымын сипаттау.....	18
2.2	Айналмалы пештегі негізгі элемент құрылымын талдау.....	20
2.3	Цемент өндірісі кезінде отын шығынын төмендету бойынша орындалатын шараларды талдау және шолу жасау.....	26
2.4	3,6x150 м айналмалы пеш құрылымының мәні.....	28
2.5	Айналмалы пештің кинематикалық өлшемін есептеу.....	29
2.6	Өнімділікті есептеу.....	31
2.7	Жетек күшін есептеу.....	33
2.8	Тірек аунақшасының беріктігін есептеу.....	34
2.9	Құрсауды есептеу.....	36
2.10	Пеш корпусын есептеу.....	37
	Қорытынды	44
	Қолданылған әдебиеттер тізімі.....	45

КІРІСПЕ

Цемент өнеркәсібі-құрылыс индустриясындағы жетекші сала.. Цемент зауытының өндірістік күші сандық және сапалық қатынастармен артып, ескі зауытқа прогрессивті технология мен жаңа жабдықтар енгізіліп, техникалық жабдыктану мен құрылымдау арқылы жетістіктерге жетті. Капиталды салымдар, игеру шығындары, құрылымға салынған капиталды салымдар төмендеп, еңбек өнімділігін ір мезгілде көтере отырып өнімнің еңбек құнын кеміте аламыз.

Құрылыс материалдарының өндірісіндегі приориттетті бағыттар арқылы өндірістегі ғылыми және тәжірбиелік құрылымдар жаңартылған. Қазіргі уақытта жылдамдатылған деңгейде жаңа техникалық және технологиялық шешімдер құрылып, игерілген, сонымен қатар жаңа технологиялық жабдықтар механизмденген желімен сипатталады.

Негізгі материалдар арқылы өндірістегі басты даму кезеңдері кезінде—портландцемент өндірісі интенсификацияланып, тиімділігі артқан, осы кезде теориялық білім негіздері қажет болады. Портландцементті клинкер алу үшін шикізат түрін алу үшін рационалды пайдаланып, өндірістің барлық кезеңдерінде жұмыстың рационалды режим орнап, қаттылау кезеңінде материалдың байланыс құрылымын жүзеге асыру үшін ұнтақты тиімді пайдаланылады.

Айналмалы пештің жылдамдығын ұлғайту мен күйдіру зонасындағы қималарды өзгерте отырып айналмалы пешті модернизациялау өзекті болып табылады.

Жұмыстың мақсаты цемент пен әктас өндірісіндегі күйдіру пешін жандандырып, қайта құрылымдау.

Жұмыстың ғылыми жаңашылдылығы келесі нәтижемен анықталады:

- Айналмалы пештердің даму бағыты ен сипаты анықталған;
- Айналмалы пештің ұсынылған құрылымының тиімділігі мен жұмыс өнімділігін нақтылайтын есептеулер жүргізу.

Жұмыстың тәжірбиелік құндылығын пеш құрылымы, жұмыс өнімділігі, тиімділігі есептеулермен нақтыланады.

Дипломдық жұмысты жазу барысындағы теориялық және әдістемелік негізі әдебиет көздеріне және Internet сайттарына шоғырланған.

1 Жалпы бөлімі

1.1 Цемент зауытының сипаты

Қуаты 45-60 мың тона болатын цемент зауытының құрылысын салу туралы шешімді АҚ «Central Asia Cement» 1933 жылдың 25 шілдесінде қабылдаған. 1933 жылдың күзінде «Цемент Проект» институтының жобалаушылардан құралған комиссия құрамы зауыт құрылысын салатын аумақты анықтады. Цемент желісін салу қатар жүргізіліп, жылына 45 мың тонна цемент шығаратын өндіріс жобасы қарастырылды, яғни осы жылдардағы цемент өндірісінің масштабы осындай болатын. Дегенмен құрылысқа алынған аумақ қолайсыз, жергілікті аумақ ағын су басу зонасына түсіп қала берді. Артынан бұл құрылыс басталмады.

1936 жылдың ортасында жаңа аумақ алынып, өнімділігі 96 мың тонна болатын цемент желісін салу жобасы ұсынылды. Бірақ бірнеше себептерге байланысты бұл жобада орындалмады.

1939 жылы «Гипроцемент» институтының мамандары «Central Asia Cement» АҚ-ның жаңа жобасын ұсынды, демек цемент зауытының өнімділігі 100 мың тонна құрады. Осы жылы дайындық жұмыстары басталған болатын, бірақ артынан болған Ұлы отан соғысының басталуына байланысты тоқтатылып, құрылыс тұрақтап қалды.

1946 жылдың сәуір айында Өнеркәсіп және құрылыс материалдары Министрлігі «Гипроцементке» қайта цемент зауытының жобалауды тапсырды. 1946 жылдың қыркүйек айында жылына 300 мың тонна шығаратын зауыттың техникалық жобасы ұсынылды. Жобаға Германдық фирма «Круп–Грузон» жабдықтар базасындағы екі технологиялық желі енді.

«Central Asia Cement» АҚ құрастырған цемент зауытының құрылысы 1946 жылдың шілдесінде басталды. Бірінші технологиялық желі 1953 жылдың 23 қыркүйегінде іске қосылып, алғаш рет клинкердің бірінші тоннасын шығарды. Екінші желі осы жылдың қараша айында іске қосылды. Екі желінің өнімділігі 401,7 мың. тонн клинкера және 446 мың. тонна цемент болды. Үшінші технологиялық желі 1956 жылдың 1 желтоқсан айында іске қосылды. Зауыттың өндірістік қуаты осы жылы 670 мың. тонна цементті құрады. Төртінші технологиялық желі 1958 жылдың 16 қарашасында игеруге берілді, соңынан зауыт қуаты жылына 242 мың. тоннаға артып, 914 мың. тонна цемент шығаратын болды.

1969 жылы өндірістің құрғақ әдісі бойынша жаңа цемент зауытының құрылысын салу бекітілген (екі айналмалы пеш 5,0 x 85м), бірақ бір жылдан кейін жоба өзгерді, екі пеші аса өнімділігі жоғары агрегат-өлшемі 6,4x95 м болатын пешпен алмастырылды.

1971 жылы құрғақ әдіс бойынша цемент өндірісінде жаңа технологиялық желі құрылысы басталды. 1975 жылдың 5 наурызында алғашқы бұрыңғы КСРО-дағы цемент өндірісінің құрғақ әдісі бойынша эксперименталды технологиялық желі іске қосылды. 1976 жылы екінші технологиялық желі

басталып, құрғақ әдіс бойынша 1983 цемент шығару арқылы іске қосылды.

90– жылдары мемлекеттік мүлікті приватизациялау кезінде кәсіпорын қайта акционерлік қоғам болып құрылып, осы кезеңдерде акционерлік зауыттары бірнеше рет ауысады. Кеңестік дәуірден кейін елдегі экономикалық дағдарыс кезінде цемент шығару аса төмендеп кетті, демек цемент шығару тиімсіз бола бастады, өндіріс тоқтап қалды. Цементтің үлкен бөлігі импорт сұранысын қанағаттандырды. 1998 жылы кәсіпорын «Central Asia Cement» АҚ деп аталды. Ылғалдау әдіспен тек бір ғана технологиялық желі жаңартылды. Ақырындап цементке деген сұраныс артып, ішкі нарықта басқа да цемент өндірісінің желілері іске қосыла бастады.

Жыл сайын сала бойынша жетекші мамандарды жұмысқа алу, жоғары білікті кадрларды тарту, сапаның жоғары тиімді жүйесі цементтің түрлі ассортиментін шығарып, шет елдік стандарттар мен МЕСТ талаптарына сай келеді. Цемент өндірісіне қажетті шикізатты өндіру (эктас, саздақ, шлак, гипс, темір рудасы) зауыт маңында орындалады. Клинкер шығаратын өндіріске қажетті көмір отыны жақын маңдағы алаптардан тасымалданады. Зауыттың қолайлы орналасуы автокөлік және теміржол жолдарымен еліміздің кез-келеген аудандарына жеткізіледі. Цементті жеткізу топырақ түрінде цемент таситын вагондармен, жүк көтергіштігі 1 тоннаны құрайтын жеңіл "Биг–Бэг"контейнерімен, 50 килограммды бес қабатты қағаз қаптармен тасымалданады. Бүгінгі таңда ылғалды әдіспен қолдаылады. Осыған байланысты елдегі экономиканың дамуымен «Central Asia Cement» АҚ басшылығы 2004 жылы шешім қабылдап, цемент өндірісін жаңа талаптар мен технологияларға сай модернизациялаған. Бір желіні игеру енгізу арқылы жылына өнімнің мөлшері 1 млн. Тоннаға артқан.

Цемент зауыты келесі маркалы цементтің өндірістік шығарылымдарымен орындалады:

- минералды қоспасыз портландцемент М-500 (ПЦ 500 - Д 0);
- минералды қоспасыз портландцемент М-400 (ПЦ 400 - Д 0);
- асбестоцементті бұйым өндірісі үшін бұйым М-400 (ПЦА 400 –ДО)
- минралды қоспамен портландцемент М-400 (ПЦ 400 - Д20);
- шлакопортландцемент М–400 (ШПЦ 400);
- шлакопортландцемент М–300 (ШПЦ 300);
- тұрақты сульфатты шлактыпортландцемент М-400 (ССШПЦ 400 – Д 60);
- тұрақты сульфатты портландцемент М–400 (ССПЦ 400 – Д 0).

№1өндірістегі цемент өндірісі ылғалды әдіспен орындалады. Зауыттың қуаты жылына 1438,0 мың. тонна.

1.2 Кәсіпорындағы цемент өндірісінің технологиялық үрдісі

Зауыт өндірісінің технологиясы бойынша келесі шектер бөлінген:

- 1) Шикізатты өндіру және тасымалдау.
- 2) Эктасты және саздақты өңдеу.
- 3) Шикізат материалдар ұнтағы.

- 4) Катты отынды даярлау.
- 5) Айналмалы пештерде клинкерді күйдіру.
- 6) Цемент ұнтағы.
- 7) Цементті қаптап, тиеу.
- 8) Сапаны бақылау.

Төменде әрбір аралықтағы технологиялық үрдіс сипаты берілген.

1) Шикізатты өндіру және тасымалдау. Өндіріс үшін шикізат компоненттері-эктас пен саздақ. Эктастар мен саздақтарды өндіру тау-кен жұмыстарының жоспарына сай жүргізіледі.

Эктас зауыттан 1,5 км қашықтықта орналасқан карьерде өндіріледі, өндіру үшін ЭКГ–5А экскаваторы қолданылады, ал алынған шикізат жүк көтергіштігі 25 тонна болатын БелАЗ автокөлігіне салынады. Жарылысты қопару жұмыстары кезінде эктастың габаритті емес шығарындылары 10% құрауы тиіс. Зауытқа келетін эктастың максималды мөлшері 750 мм. Саздақтар зауыттан 5 км қашықтықта орналасқан карьерде ЭКГ–5А экскаваторымен қазылып, жүк көтергіштігі 10 тонна болатын КамАЗ автокөлігіне тиеледі.

2) Эктастар мен саздақтады өңдеу. Кесек мөлшері шамамен 750 мм, ылғалдылығы 3,0% болатын эктастар өлшемі 1500 x1200 мм, өнімділігі 250 т/сағ болатын маңдайшалы бастапқы ұнтақтағыштардан өтіп, ұнталған эктастардың өлшемі 200 мм құрайды. Екінші рет қайта ұнтақтау әрбір өлшемі 1400 x1200 мм, өнімділігі 150 т/сағ болатын 2 балғалы уатқыштармен орындалады. Екінші рет ұнтақтаудан кейінгі кесек өлшемі 20 мм. Ылғалдылығы 14% болатын саздақтар диаметрі 12 м, өнімділігі 60 т/сағ болатын саздақ араластырғышпен араластырылады. Дайын балшықты қойыртпақтың ылғалдылығы шамамен 55%, демек қалдықтар сорап арқылы сыйымдылығы 763 куб.м болатын вертикалды алаптарға беріледі. Судың шығыны шығын өлшегішпен бақыланады, ал саздақты қалдықтың ылғалдылығы жұмыс орнындағы аққыштықпен анықталып, зертханамен қайталанады. Балшық быламығнан алынған балшықты қалдықтар шикізат диірмендеріне немесе вертикалды қойытпақ алаптарына беріледі. Уатқыш фабрикадағы аспирациялық ауаны тазарту келесідей орындалады: маңдайшалы уатқыш– циклон "Крейзель", диаметрі 1600мм, 125 транспортермен шашыранды 74 транспортерге – циклон "Крейзельге" 1600мм диаметрмен таралады. 125 танспортерде 10 транспортерді жүктемелеу–ЦН–15 циклон тобымен, балғалы уатқыштар –"НИИОГАЗ" циклон тобымен, қол сүзгісімен СМЦ 101–А–І орындалады.

3) Шикізат материалдарының ұнтағы. Грейфенді кран көмегімен уатылған эктас әрбір құрғақ материал бойынша өлшемі 2,6x1,3 м, өнімділігі 42 т/сағ болатын 3 камералы шикізат диірменінің бункеріне 5^{III} салынады. Түзетуші қоспа ретінде құрамында шамамен Ре:Оз -60% бар темір рудасы қолданылады. Диірмен бункеріне материалдарды енгізу жеке орындалады. диірменді материалдармен қуаттандыру тәрелкелі бергіштермен орындалады. Саздақты қойытпақты пен суды шикізат диірменіне беру шығын өлшегішпен бақыланады. №02 елеуіштегі жұқалығы 3,5%, ал №008 елеуіштегі

қалдықтардың жұқалығы 16%, ылғалдылығы 36,5%, диаметрі 6,5 м, сыйымдылығы 410 куб.м болатын ұнтақтың қойыртпақтары вертикалды қойыртпақ алаптарына келіп түседі. Алаптарда қойыртпақтарды араластыру уақыты зертханамен орындалады, демек қойыртпақтың химиялық құрамы анықталады. Бұл сызба қойыртпақты дайындаудың бірінші варианты болып табылады.

Қойыртпақты дайындаудың екінші варианты: әктас пен руда бункерден тәрелкелі бергіштер арқылы диірменге беріледі. Диірмен астындағы қойыртпақ сораптары вертикалды алаптарға 2/3 көлем толғанша орындалады. Саздақты қалдықтар қалдық сораптарының көмегімен еріліп, түзетіледі.

Түзетулер саздақты және әктасты қалдықтардың, әктас титрасының, саздақ ылғалдылығына байланысты орындалады. Құрамында Fe_2O_3 бар тұрақты сульфат клинкерінің қойыртпағын шығару 4 компоненттеп дайындалады: әктас, саздақ, темір рудасы, кварцаты құм. Саздақты компоненттердің мөлшері құмда шамамен 2%, SiCb мөлшері – 97%.

4) Қатты отын дайындау. Клинкерді күйдіру үшін Шұбаркөл, Қарағанды, Екібастұз көмір алаптарының көмірі пайдаланылады. Көмір зауытқа автокөліктермен, теміржол вагондарымен тасымалданып, грейфенді кран арқылы қоймаларға жиналады. Одан әрі көмір шикізатының бункеріне салынып, ұнтақталып, таспалы конвейермен көмір диірменге түседі, одан әрі тәрелкелі бергіштермен шарлы көмір диірменіне ауалы сүзгімен түседі, өнімділігі 7,0 т/сағ, өлшемі 2,18x4,37м, өнімділігі 10 тн/сағ, өлшемі 2,38 x 4,37м. Көмір ұнтағы кептіріледі. Ылғалдылығы шамамен 2% болатын көмір ұнтағы мен №008 елеуіштегі 18% қалдық бүріккіш арқылы үрленіп, желдеткішпен пешке түседі. Ұнтақтың жұқалығы күйе мен шыққан түтін мөлшеріне байланысты.

5) Айналмалы пештерде клинкерді күйдіру. Горизонталды қойыртпақ алаптарындағы қойыртпақ сыйымдылығы 287 литр болатын қалдық багі арқылы диаметрі 3,6x3,3x3,6x150м – 3 дана.; 3,6x150м – 1 дана болатын айналмалы пештерге беріледі.

Пештің тізбекті жабындысы 1600 м². Пештегі қойыртпаққа жоғары температура әсер етеді. Қойыртпақ күйдірілген кезде аса қозғалмалы болып табылады. Ылғал буланған кезде тұтқырлық артып, ірі кесектер түзіп, кейіннен түйіршіктерге айналады. Қойыртпақ кептірілетін пештің бөлігін кептіру зонасы деп атаймыз. Одан әрі қоспа қыздырылады. Зонада химиялық реакция басталып, шикізат қоспасының химиялық және физикалық құрылымы өзгереді. Содан кейін шикізат қоспасы келесі зонаға өтіп, кальцийленген, мұнда әктастар ыдырап, температура 900°C жетеді, сонда әктастан көмірқышқыл бөлінеді. Пештің бір бөлігі жылу қатынастарымен сипатталады, температура шамамен 1100°C. Материал жылжып, температура артқан кезде әктас пен саздақ арасындағы реакция жылдам жүреді.

Кальций тотығының мөлшері (CaO) силикат, алюмосиликат, кальций ферритінің түзілімдері есебінен кемиді.

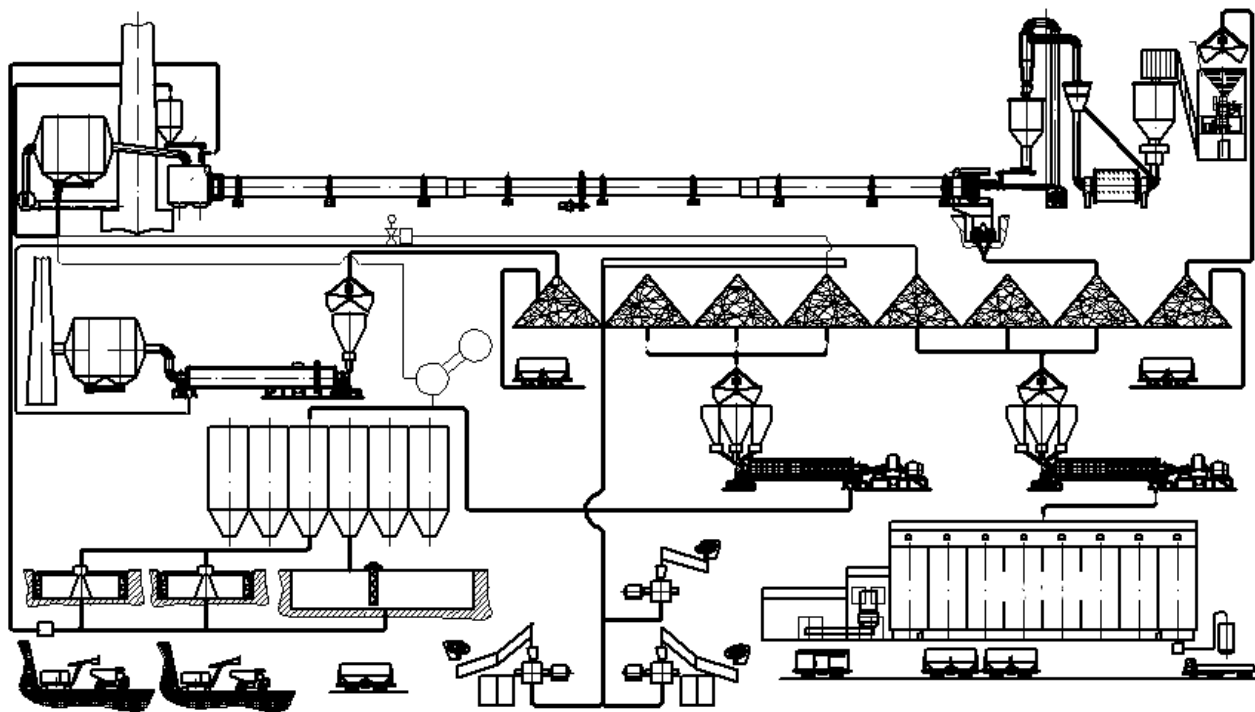
Осы қосылыстардың түзілімдерінің реакциясы экзотермиялық болып

табылады, сонда жылу бөлінеді. Содан кейін материал пісіру зонасына түсіп, осында балқып, сұйық фазаны құрайды. Пісіру $t=1300^{\circ}\text{C}$ кезінде орындалып, 1450°C дейін жалғасып, бастапқы материалдардың пісіру температурасына байланысты болады.

Пісіру зонасына материалды жеткізу $t=1450^{\circ}\text{C}$ кезінде 15–30 минутты құрайды, осылайша өлшемі 10-50 мм болатын клинкер түйірлерін қалыптастырады.

Пісіру зонасынан клинкер суыту зонасына келіп түседі, содан кейін диаметрі 1450x6000 мм болатын рекуператорлы тоңазытқыштарға түседі, демек клинкерді көлікпен бірге қоймаға тасымалданады.

Көміртегі қоспасын үрлеу үшін пешке ұзындығы 10,5 м, ұштарының диаметрі 385-410 мм бір арналы бүріккішпен көмір қолданылады. Көмір ұнтағын пешке беру үшін 4 шаң-тозаңды көмірдің бұрандалы шнегі қолданылады.



1.1 – сурет - «Central Asia Cement» АҚ цемент өндірісіндегі технологиялық үрдіс сызбасы

Айналмалы пештегі шаңданған газды тазарту үшін 55x2 ДГП электрлік сүзгі қолданылады, шаң-тозаңды ұстап қалу деңгейі 96–98%. Электрлік сүзгімен және шаң-тозаң камерасымен шаң-тозаң екі әдіспен қайтарылады: ылғалды және құрғақ. Ылғалды әдіспен шаң-тозаңды қайтару пештің соңғы ұштарымен орындалады. Шаң-тозаңды сирету үшін суды су шығын өлшегіштерімен береді. Пешке берілетін шаң-тозаңның ылғалдылығы осында берілетін қойыртпақтың ылғалдылығынан аспау тиіс. Құрғақ әдіспен шаң-тозаң ыстық пешке қайта пневматикалық бұрандалы сорап арқылы беріледі.

6) Цемент ұнтағы. Материалдар қоймасынан грейфенді кранмен клинкер

100°С температурада, түйірленген доменді қалдықтар мен гипс цемент диірменінің бункеріне салынады. Содан кейін материалдар тәрелкелі бергіштер арқылы цемент диірмендеріне береді, өлшемдері: өлшемі 2,6x13 м, өнімділігі 26 т/сағ – 5 дана. Және 3,2x15м өнімділігі 50 т/сағ – 1дана, мұнда қажетті жұқалықтағы қойыртпақ пайда болады. Одан кейін дайын өнім пневмосораптар арқылы цементті силос тұтынушыларға жеткізіліп, сақталады. №1–5 цемент диірменіндегі аспирациялық ауаны тазарту «ФРИ –420», №7 – электрофилтр Ц11,5x2 СК қол сүзгісімен орындалады.

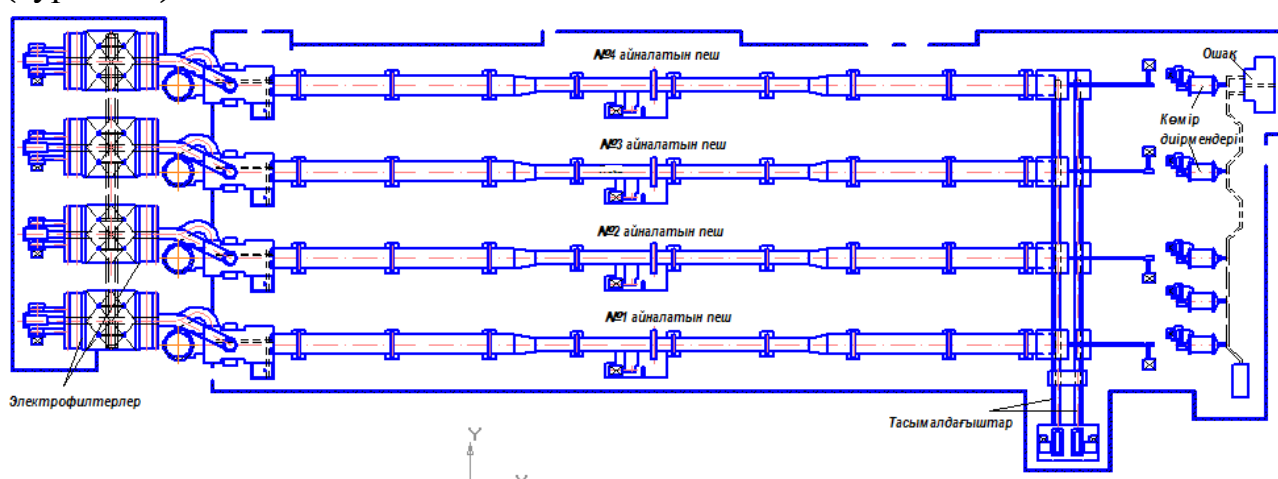
7) Цементті қаптау және тиеу. Бүйірлік пневмотиегіштер арқылы силостағы цемент теміржол вагондарына, автоцемент тасымалдағыштарға салынады. Цементті қапқа салу үшін 14–штуцерлі ротациялық қаптау машинасы қолданылды, өнімділігі 820 қап/сағ, ал шаң-тозаң ұстағыш қондырғы «ФРИ–190», ал ыдыстағы цементті жұмсақ МКРЦ–1.0С жартылай вагон контейнерлеріне саламыз.

8) Сапаны бақылау. Шекті өнімнің сапасын бақылау «Зертхана және ОТК» цехымен орындалады. Енгізілген, оперативті, ағымдық бақылау өнім сапасына жүргізілді.

Кәсіпорындағы цемент өндірісінің жалпы технологиялық үрдіс сызбасы 1.1 суретте берілген.

1.3 Клинкерді күйдіру цехындағы негізгі технологиялық жабдықтар

Цехта клинкерді күйдіру төрт айналмалы пештерде ішкі жылу алмастырғыш қондырғылармен орындалады. Өлшемі 3,6x150 м болатын № 1 айналмалы пеш, өлшемі 3,6x3,3x3,6x150 м болатын № 2,3,4 айналмалы пеш (сурет 2.2).



2.2 – сурет - Клинкерді күйдіру цехының жоспары

Футерленген айналмалы барабаннан басқа пешке келесі қондырғылар мен механизмдер қосылады:

- а) қойыртпақты толтырғыш, демек пешке үздіксіз қоспа беріліп отырады
- б) үрлегіш желдеткіш және отын бүріккіш, демек ауа-отын қоспасы

үздіксіз ыстық пешке келіп түседі;

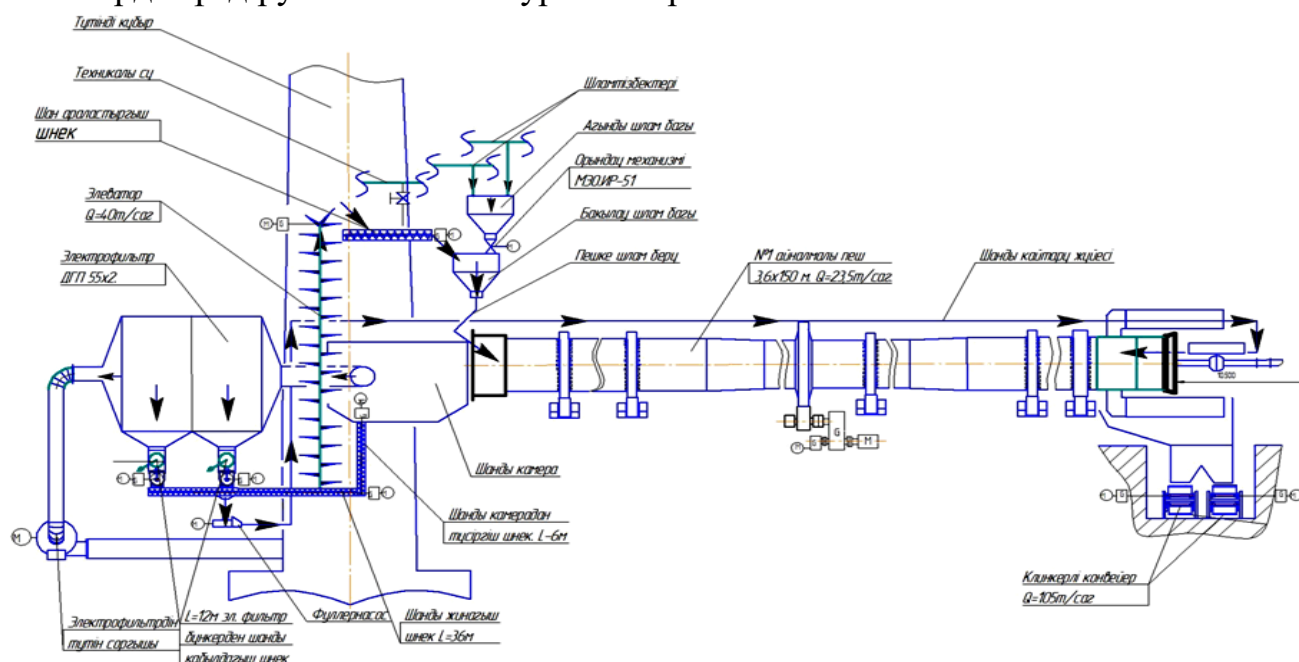
в) клинкерді уыту үшін рекуператорлы тоңазытқыш;

г) аралық газ жолындағы кедергілерді, аэродинамикалық кедергілерді жоятын түтін сорғыш арқылы пештегі газдың жылдамдығы қамтылып, булану үрдісі, күйдіру, жағу үрдістері жоғары белсенділікпен жүреді; қысым пештің түтін тартқыштарында 1500–3000 Па (153 –306 мм су бағанасы.);

д) шаң-тозаңды ұстайтын қондырғылар-шаңды ұстағыш камера мен электросүзгімен ауаға шығар алдында газдың шаң-тозаңнан арылуы қажетті деңгейде орындалады;

е) шаң-тозаң ұстағыштармен пешке шаңды қайтару қондырғы;

ж) кешенді-бақылау және реттеу құралдары арқылы бірінші пунктіндегі үрдістер бақыланып, жеке механизмдер, қондырғылар, пеш зонасына еніп, осы үрдістердің механизмдері жүріп, белсенділіктері белгіленеді. №1 пеште клинкерді күйдіру сызбасы 1.3 суретте берілген.



1.3 – сурет - №1 пештегі клинкерді күйдіру сызбасы

Күйдіру цехындағы технологиялық жабдықтардың техникалық сипаты 1.1 кестеде берілген.

1.1-Кесте-Күйдіру цехындағы технологиялық жабдықтардың техникалық сипаты

Көрсеткіштердің атауы	мәні
1	2
1. № 1, 2, 3 , 4 айналмалы пештер	
Түрі	Ішкі жылу алмасу қондырғылары бар
өлшемі:	
пеш №1	3,6x150 м
пеш №2, 3, 4	3,6x3,3x3,6x150 м
өнімділігі	23,5 т/сағ

Көрсеткіштердің атауы	мәні
1	2
Толық жүрісті айналым саны	1 ден 1,2 дейінгі айн/мин
Жылдамдық саны	6
Редуктор	ДД 3200
Электрлік қозғалтқыш:	
тип	АКЗ-12-39-6
кернеулік	6000 В
күш	320 кВт
Айналым саны	970 айн/мин
Ішкі жылу алмасу қондырғысы:	Газды ағымның өзгерістерінен еркін ілінген аспаны тізбегі
Тізбекті пеш зонасының ұзындығы	№1 – 27,5 м, №2 – 28,3 м №3 – 30,3 м, №4 – 28,8 м
Тізбекті пештің салмағы	№1 – 73,7 т. №2 – 70,5 т, №3 – 71,7 т, №4 – 79 тн
Тізбек саны	№1 – 2781 дана, №2 – 3063 дана, №3 – 3105 дана, №4 – 2965 дана.
Тізбек маркасы	ЦОН-25x120, ЦОЖ-25x120
2. Клинкер тоңазытқышы	
Тип	рекуператорлы
өлшемі	1450 x 6000 мм
саны	10 дана
Рекуператордағы жылу алмастырғыш қондырғы жүйесі	Салынған сөрелер
3. Клинкерлі транспортер	
Өнімділігі	105т/сағ
Шөміш саны	350 дана
Транспортер жылдамдығы	27 шөміш/мин
4. Пеш маңындағы шаң-тозаңды ұстағыштар	
Электрлі сүзгі	ДГП 55x2
Жұмыс режимі	үздіксіз
Газ бойынша өнімділік	300000 м3
Газды тазарту деңгейі	96-98%
Корпус ұзындығы	11 м
Корпус ені	11,26 м
Корпустың жалпы биіктігі	12,325 м
Секция саны	2 дана
Секция жолдарының саны	2 дана
Бір өрістегі тұндырғыш электродтар саны	68 дана
Тәжденген электродтар саны	64 дана

2 Жобалық-конструкторлық бөлімі

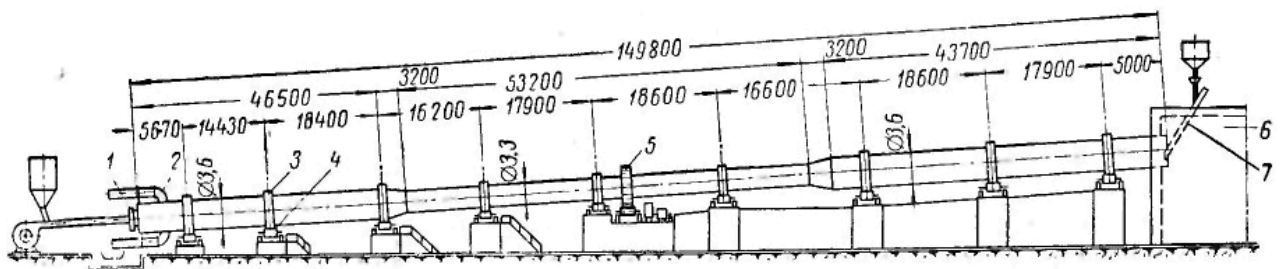
2.1 3,6x150 м айналмалы пештің құрылымын сипаттау

Цемент зауытының көп бөлігі ішкі қуыстарында жылу алмастырғыштары бар айналмалы пештермен жабдықталып, газдан шығарылған жылуды пайдалануға арналған. Бұл ұзындығы 80-170 м болатын пештің артықшылығы.

Құрылымның қарапайымдылығы, орташа игеру шығындары, жоғары өнімділік, берілетін клинкердің жоғары сапасы басқа пештерге қарағанда ұзын пештердің артықшылығы болып табылады, сондықтан кеңінен таралуына себепкер болған.

Ұзын айналмалы пештерді практикада қолдану қысы суық емес аумақтарда жүзеге асырылған, демек ашық ауада орнатып, пештің тиегіш және түсіргіш ұштары жеңіл кешенге енгізіп, жетек қозғалысын анықтау орындалған. Осы кезде ешті орнатуға жұмсалатын бастапқы шығындар кеміп, басқа айналмалы пештерге қарағанда кеңінен таралған. Басқа пештермен салыстырғанда клинкерді күйдіруге кеткен жылу шығыны ұзын айналмалы пештерінің анықталған оң нәтижесімен төмендетілген.

«Central Asia Cement» АҚ клинкер өндірісінде өлшемі 3,6x150 м болатын айналмалы пешпен ірге жұмыс жасайды. 3,6x150 м болатын айналмалы пеш корпусы горизонтта еңістену бұрышы 4% болатын тоғыз тірекке бекітіліп орналасқан (сурет 2.1). Тірек арасындағы қашықтық 15–18 м. Ұзындығы 3100-3200 мм болатын корпус ернеушесі қалыңдығы 22 мм болатын болат беттерден жасалған. сыртқы қаптамалы белдемдер көршілес ернеушелерді қосады, бұл ернеушелер қалыңдығы 24 мм болат болат беттерден дайындалған. Белдемдердің ені 700 мм. Осындай қалыңдықтағы белдемдер, белдік асты ернеушелерге қабаттасып, тісшелі тәж болып кигізілген. Корпустың қаттылығын көтеру үшін таврлық қималы пішінді қатты сақиналар орналасқан. қатты сақиналар көлденең сөрелерімен сыртқа бағыттталып, әрбір аралыққа орнатылған. Тек бірінші мен екінші тірек арасындағы аралықтарда кездеспейді, өйткені пештің бастиегі болып табылады, демек мұнда пісіру зонасы ойынша төрт қатты сақина орналасқан. Барлық қатты сақиналар сыртқы қаптамалы белдемдерге орнатылып, үзік тігіспен қосылып пісірілген.



2.1 – сурет - 3,6x150 м пештің айналма сызбасы

Корпустың тар бөлігінен аралық конусты кең ернеуше бөліктеріне баяу алмасу ұзыншақ, қатарлармен қарастырылған.

Қимасында қорапшалы пішінге ие бандаждар арқылы пеш өзінің сламағын барлық тоғыз тіректі аунақшаларға беріп 4, остері жылжымалы массивті мойынтіректерге тіреледі. Пештің тісшелі тәжі 5 бесінші және алтынды бандаж арасындағы төрт бөліктен құралған, демек пеш басынан бастап саналады. Тәж болат серіппелерге орнатылып, корпустар маңына бағытталған.

320 кВт қуатпен электрлік қозғалтқыш жетегінен тісшелі тәжге қозғалыс төрт сатылы редуктор арқылы беріледі. Негізгілерінен басқа пеште корпусты баяу бұратын жанама жетек механизмі болады, демек бұл қажеттілік туындаған кезде орындалады.

Бандаждың екі жағындағы тіректің ортасына бір бақылау аунақшасы орнатылған. Осы аунақшалардың арасында орналасқан бандаж орны бойынша остік бағытта пеш тіректерге дұрыс орналасты ма әлде жоқ па туралы тұжырымдамалар талқыланады, сонда корпус төменге немесе жоғары қарай бағытталады, сонда бандаж бақылау аунақшаларының бірін басып, бақылау қондырғысындағы бөлшектерді күшті үйкеліске түсіреді. Пештің қалыпты жұмысы кезінде бандажы немесе ақылау аунақшаларын қатысты емес, сондықтан бірін жеңіл басуға болады.

Жоғарғы пеш ұштары шаң-тозаңды тұнбаландырушы камераға (түтін) камерасына 6 кіреді, ал төменгісі (ыстық) домалатқыш қалқанымен жабындылып 1 пеш басы деп аталады. Пеш басы тексергіш тесіктермен және пешке отын беретін бүріккіштермен жабдықталған. Шаң-соратын камерадағы сейілтуді арттыру үшін ештің ішкі қуысына түтін сорғыш құбыр орындалып, түтін сорғышпен жабдықталады.

Шикізат қоспасы - қоқыр - көлденең орналасқан құбыр өткізгіштер бойынша пешке келіп түседі 7. Ағындыларға қоқырды беру шөміштер көмегімен орындалып, кең аралықта пешке бағытталған қоқырдың мөлшерін ретке келтіреді.

Күйдірілген клинкерді суыту үшін пеш тоғыз барабанмен 2 жабдықталып, корпустың ұшына бекітіліп, корпуспен бірге айналады. Ернеушелердің босап кетпеуін қамту үшін рекператорлық тоңазытқыштың барабандары бекітіліп, клинкер шығатын тесіктер кесіліп, қалыңдығы 40 мм болатын болат бетімен біліктеніп, көршілес ернеушемен қосылып, қаптамалы белдеммен жалғанып, ілмекті тігіспен созылымданған.

3,6x150 м өлшемді айналмалы пешті игеру тәжірбиесі бойынша клинкерлі күйдіргіш қондырғысын игеру мен сенімді түрде өнімдірек болып табылады. 19 тонналық пеш құжаттамасы бойынша сағатына орташа есеппен 24 т 24 т цементті клинкер шығарылады. Қолдану коэффициенті жоғары (орташа 0,9), демек осы пештердің түйіндері мен бөлшектерінің құрылымдары дұрыс алынған.

3,6x150 м өлшемді пештердің кейбір құрылымды кемшіліктері бар: 1) пештегі қысым тіректе тегіс таралмаған, осылайша бандаждар мен түрлі ендіктегі тірек аунақшалары қолданылады; бандаждың әртүрі мен аунақшалардың түрі пешті игеру кезінде күрделенеді; 2) пеш басынан екінші

бандаждың орны дұрыс таңдалмаған; бандаж аздап қыздырылған; 3) бандаж қималарының дұрыс емес пішіндері пайда болған (құймалану үшін күрделі).

2.2 Айналмалы пештегі негізгі элемент құрылымын талдау

Айналмалы пештің негізгі элементтеріне корпус, бандаж, мойынтіректі тіректі аунақша, жетек механизмінің бөлшектері жатады. Бұл бөлшектердің жұмыс ерекшеліктеріне келетін болсақ, механикалық күштерден басқа бұлар жылу әсеріне ұшыраған.

1. Пеш корпусы. Корпус-пештің негізгі бөлігі. «Корпустың ішкі қуысында материалдар күйдіріліп, суықтан ыстыққа қарай алмасып араласады. Пешті пайдалану коэффициенті басты үлгіде корпустың тура сызықтығына, қаттылығына, беріктігіне байланысты.

Бұрынғы пеш корпусы тойтармалармен жасалған. Енді оларды толық дәнекерлеп жасайды. ТМД еліндегі цемент зауытында қайта орнатылған пешке дәнекерленген корпустар орнатылады. Ескі құрылымдардағы пештің біраз бөлігінде тойтармалы корпус құрылымы ұзындығы мен пісірілу зонасына жасалған.

Пештің дәнекерленіп жалғанған корпусы тойтармаларға қарағанда 20% жеңіл; дәнекерленген корпустың ішкі бетінің тегістігі бойынша; футеровканы ыңғайлы орнатуға болады. кіші деңгейдегі дәнекерленген корпус тойтармаға қарағанда, ластанып, жемірленеді, сонымен қатар сыртқы беткі аумақ сияқты ылғалды, шаң-тозаңды ұстамайды. Дәнекерленген корпустың тігістері арқылы тығыздыққа байланысты, пештің ішкі қуыстарына су кірмейді. Бұл сулар пісіру зонасының ұзындығы бойынша корпусты суыту үшін қажет. Дәнекерленген корпустар жөндеуді қажет етпейді, өйткені тойтарма корпустарды игеру кезінде туындауы мүмкін.

Көлденең қималар бойынша дәнекерленген корпустар тойтармалы орташа қатты, демек қаптамалы белдемдер болып табылады. Осыған байланысты тойтармалы корпустағы ернеушесінің деформациялық радиалды бағыттары дәнекерленген құрылым корпусындағы ернеушедегі деформациялардан кіші болады. Үлкен диаметрлі корпустың қаттылығы оған орнатылған қатты сақиналарды күшейтеді, бір-бірінің аралықтары 3–6 м құрайды.

Қаттылық сақина әдетте екі таврлы пішінді қиманы қалыптастырып, корпусқа еркін орналастырады. Корпус маңына орналастырмас үшін оң және сол жақ торц жақтан корпус бетіне шектеуші планкі ретінде қосып, шахматты ретпен орналастырады.

Кіші салмақты жоғары беріктікке ие бола отырып, қаттылық сақинасы корпустың қаттылығын күшейтетін пайдалы бейімдегіш болып табылады, бірақ пеш корпусын дайындау кезінде ауытқымас үшін саңылау аралықтарына орналастырады. Бұл тесіктердің өлшемдері корпустың орташа температурасы мен жұмыс жағдайындағы сақина арқылы анықталады. Егер сақина кіші корпусқа орналасса, онда тесіктер корпусты қыздырылып, ішкі кернеумен

орындалады, сондықтан жанасқан бөлшектер үшін қауіпті болып отыр. Үлкен тесікті сақиналарды орнату кезінде толық қаттылығы қолданылмайды, сәйкесінше қолданыс мақсаты анықталмайды.

Пеш корпусы қалыңдығы 20-70 мм болатын болат беттерден жасалған. прокат болаттың мартенді болат маркасы МСт-3, демек механикалық құрылымдары мен Б тобындағы химиялық құрамы бойынша топтардың талаптарын қанағаттандырады.

Корпус –ернеуше элементтерден құралады. Ернеушенің қызметі бойынша-қатарлы, бандаж асты, рекуператор асты деп тармақтанған. Пеш корпусын құрылымдау кезінде рекуператорлық ернеушеге аса назар аударылады, осылайша жылу әсеріне ұшырап, күш тесіктерімен нашарлаған құрылымдарға назар аударылады. Корпустағы бандаж асты ернеушелері күшті жүктемеленген, сондықтан дайындау үшін алынатын болат беттер қатарлы ернеуше беттерінің қалыңдығынан 1,5–2 есе қалың болуы тиіс. Аса қаттыларына қатардағы ернеушелер жатады, бұлар пешті пісіру зонасының аумағына орналасқан.

Қазіргі айналмалы пештегі ернеушенің ұзындығы үлкен диаметрлі, бөлшектерінің саны үлкен, бұлар ұңғылау ұзындығы бойынша ернеушелер жинақы түрде платформаға орналасады. Осылайша темір жол габариттері бұзылмайды. Әрбір ернеушенің дұрыс цилиндрлік пішінді, сондықтан таза өңделген және торцты беткі қабаттар электрлік дәнекерленген. Осы ернеушелерден пештің тура сызықты корпусын құрастыруға болады.

Корпусты дайындау кезінде тігістердің автоматты, жартылай автоматты және қолмен дәнекерленуі қолданылады. Қол дәнекерін 6 разрядты білікті дәнекерлеуші орындайды.

Қазіргі айналмалы пештердің үлкен бөлігі ұзындық бойынша бір диаметрлі корпуспен жасалады. Өндіріске цементті енгізуде осындай корпусты пештер дайындаманы қысқартып, арзандатады, құрастыру мен игеруін ықшамдап, бір мезгілде қолдану коэффициентін арттырады. Тура сызықты корпусты бақылау жеңілденіп, пештің тірек қондырғылары жүктемеленіп, қаптау үрдісін қысқартып, қаптау тұрақтылығын арттырады.

2. Бандаждар. Пеш корпусын қамтитын массивті болат сақина пеш айналғанда аунақшаларға тіреліп, ауанайды, оны бандаж деп атайды.

Соңғы уақытқа дейін бандаждар толық құйылмалы болып жасалған. Диаметрі 1,5 м болатын пешті игеруге бере отырып, екі бөлікті бандажды құймалау орындалған, бұлар электрлік дәнекермен қосылады. Үлкен диаметрлі пештің толық бандаждарын теміржолмен шекті және шексіз теміржол габариттерінің болуына байланысты теміржолмен тасымалданбайды

Қазіргі айналмалы пештердің бандаждарында тегіс тура бұрыш пішінді тегіс қималарда жұмыс жеңіл өңделіп, сенімділігін жеңілдетіледі. Қорапты қималы бандаждар ең алдымен кейбір айналмалы пештерге орнатылады, осыған қарамастан қаттылықтарға орай тура бұрышты қималы бандаждармен салыстырғанда құймалану қолданылмайды, өйткені сапасы мен игеру сенімділігі төмен.

Бандаждарды пеш корпусына еркін орналастырады, осы кезде тіректі табандар бейімделіп, өстік бағытта таралуына кедергі келтіреді.

Бандаж ернеушеге орналастырылады, ал табаны корпустан бандажға берілетін жылу берілістерін кемітіп, бандаж арқылы орташа температураны сақтауға бейімделіп, бандаждағы қосымша ішкі кернеуді пештегі температуралық режимдік өзгерістерін жояды. Бір мезгілде табанды көлденең кимада қатты ернеушеге орнатады.

Жұмысқа пешті қосу кезінде пеш корпусы мен бандаждар кеңейтіліп, бір өлшемді сақтамайды. Корпус пен бандаж арасындағы диаметрлік айырмашылықтар пештің пісу зонасында орналасқан.

Корпус пен бандаж диаметрінің айырмашылықтары табан қалыңдығына байланысты алдыңғы бөлікке орналастыру кезінде есепке алынады. табаны мен бандаж арасындағы тесіктердегі пештің суық жағдайындағы табан қалыңдығы корпус аумағы қыздырылған кезде 3–5 мм етіп алынуы тиіс. Пештің ұшындағы бандажды жою кезінде бандаж бен корпус апасындағы тесікті төмендету қажет, ал соңғы бандажды орналастыру тесіксіз тығыз орындалады. Пеш жұмысы кезінде корпусына бекітілген құрсауды тоспа орап жатады, сондықтан арасындағы тесіктер артып келеді. Одан әрі осы тесіктер артып отырады, сондықтан құрсау мен тоспаның жанасқан беті желінеді.

Құрсауды корпусқа еркін орналастырады, ал диаметрі айналма диаметрінен артып, тоспа маңында сипатталып, пеш корпусы айналу кезінде құрсаудың ішкі беті бойынша сырғиды, сондықтан жоғары бұрыштық жылдамдық тіректі аунақша бойынша құрсаудың тербеліс жылдамдығынан жоғары болады. Осының нәтижесінде корпус айналып оған бекітілген тоспа құрсаудың ішкі бетіне орналастырылады. Құрсау ішіндегі бетке корпусты тоспамен бірге орналастыру аса жоғары, демек корпусқа құрсауды орналастыруға қарағанда бастау болады. Осылайша тоспамен бірге корпусты орналастыру өлшемі құрсаудың ішкі бетіне корпусқа бандаж тығыз орналасып қызмет атқарады.

Құрсаудың ұзақ мерзімі мен сыртқы жүктемелерге кедергілену қаблеті киманың өлшемдерін анықтауда негізгі жағдай болып табылады.

Тіректі аунақшамен қосылыс жерінде құрсау кернеуленіп, көлденең кимадағы бандаж сынақтанып, иілгіш моментті туындатып, металлдың беткі қабатына жанама кернеу әсер етіп, аунақша бойынша құрсаулар ығыстырылған.

Құрсауға әсер ететін негізгі сыртқы жүктеме пеш корпусымен туындаған қысым болып табылады. Бандажға кері әсер өзіндік салмақпен беріледі, бұл корпустағы қысымның 7–10% тең, яғни айналма ұзындығы бойынша тегіс таралады.

3. Тіректі аунақша мен олардың мойынтірегі. Өзінің құрсауымен пеш корпусы аунақшаға тіркеліп,пеш фундаментіне жұптасып орнатылады. Тірек аунақшасы пештің симметриялы вертикалды жазықтығына біркелкі қашықтықта орналастырады. Осы кезде аунақшалар арасындағы қашықтық аунақша мен бандаж радиусының суммасына тең алынады.

Тірек аунақшасы оське еркін киілген екі тіректі сақинадан және соғылған

осьті цилиндрлік денеден құралған. Аунақша денесі 30 немесе 35 маркалы жоғары сапалы көміртегі болаттан құйылады. Аунақша денісінің салмағын жеңілдету үшін ойық қарастырылады. Аунақшаның жұмыс қаблеті құйманың сапасына байланысты. Аунақша денесінің қосылыстарындағы қаттылық ось арқылы баспа және ыстық дене осымен орындалады.

Аунақшалар тіреуіштенген бандаждан 40–100 мм есе кеңірек орындалады, демек ось бойынша пеш орын ауыстырғанда кең бандаж аунақшамен ілінісіп, ендік бойынша тегіс орындалмаған. Жаңа өндірістік пештерде тіректі аунақшалардың өлшемдері үлкен. Көптеген жағдайда тіректі аунақшалар істен шығып, нәтижесінде жұмыс беті ақырындап тозып, дұрыс пішіндерін жойып, диаметрлерін бұза бастайды. Кейде құймалары бойынша бұзылыстардан тіректер бұзыла бастайды.

Пештің аунақшасы өздерінің цапфасымен жылжымалы мойынтірекке тіреледі. Қызметі бойынша мойынтірек пештегі аса жауапты бөлшек болып табылады, ал құрылымы бойынша жаңа қосалқы бөлшектер болып табылады. Алдыңғы шығарылым сияқты пештер үлкен өлшемі мен айналмалы өнімділігі бойынша пештер жылжымалы мойынтірекпен жұмыс жасайды, осылайша аунақша цапфасы үлкен кедергі иеленіп, қызмет көрсету жағынан үлкен назарды қажет еткенмен игеруде сенімді болып табылады. Картерлі-шөмішті жүйедегі майсауыттар өңдеген маймен толтырып, ауыстырылады. Мойынтіректің құрылымында тіректі сақиналарды майлау үшін арналған бейімдегіштерге кезекті мойынтірек астары алмастырылған, демек «қапталдау» үйкелісін төмендету үшін бейімделеді. Осы сақиналарға байланысты қаптамалар құрғақ және жартылай құрғақ үйкелісте орындалып, жылдам тозып, мойынтіректің үйкеліс коэффициенті артады.

Тіректі аунақшаның мойынтірегінде пеш корпусынан ыстық жылу шығарылып, ағынды сумен суытқыш қондырғымен жабдықталады. Сонымен қатар корпусты жылу сәулесінен қорғау үшін жеңіл экранмен қорғау қажет ұсынылып отыр. Мойынтірек корпустары аунақшаның әрбір цапфасы үшін жеке дайындалады немесе жалпы негіздеме арқылы оң және сол цапфа түйіндерінің ортақ тірек түйінін құрайды. бірінші түрдегі мойынтіректер ескі құрылымды кіші және орташа өнімділігі бар пештерде кездеседі. Бұлар құймалану мен өңдеуде аса қарапайым, бірақ екінші түрдегі мойынтіректермен салыстырғанда аса қолайлы емес, сондықтан әдетте өнімділігі жоғары пештерге тіреледі. Екі еселенген мойынтіректердегі тірек аунақшалары пештің осіндегі қажетті орынға орналасуы тиіс. Сонымен қатар металл тегене тәріздес қатарлары, мойынтіректің оң және сол негіздемелерін байланыстырып, бір мезгілде май жинайтын шомылғы қызметін атқарады, осылайша егер тығындауыштар дұрыс болмаса мойынтіректен ағуы мүмкін. Екі еселенген мойынтіректер шомылғысы бетонмен майдың жанасуларын жою үшін фундаментті майланудан, алдын ала бұзылыстардан қорғайды. Айналмалы пештерді игеру кезінде қарапайым, екі еселенбеген мойынтіректер тірелгенде бетонмен майдың жанасуы жиі байқалады, осы кезде фундамент уақытынан бұрын бұзылыстарға ұшырайды.

Тіректі айнақшалардың мойынтіректері астарларының орналасуы бойынша ажыратылады: мойынтіректердің бірінде астардың жоғарғы беті корпус қысымының бағытына перпендикуляр, демек ауақшаға әсер етіп, сәйкесінше горизонтқа еңістенеді, ал басқаларында бұл беткі қабат горизонталды орын алады. бірінші түрдегі мойынтіректер дайындалу кезінде аса күрделі, қысым тегіс астар бетіне таралады, ал екінші мойынтіректе құймалану мен өңдеу үшін қолайлы беткі қабат бар, астардың бетіне жұмыс кезінде күш түсірілмейді.

4. Жетек қозғалысының бөлшектері. Айналмалы пештер баяу жүрісті: бұлар тек 0,5–1,5 айн/мин жасайды. Пеш қозғалысқа корпусқа немесе жетекші шестернмен ілініске орналасқан тісшелі тәж арқылы келеді.

Жаңа құрылымды пештегі элеткрлік қозғалтқыштардың айналым санын төмендету үшін жетекші шестерн мен элеткрлік қозғалтқыш арасына әдетте беріліс саны орташа $i=180$ болатын массивті редуктор орнатылады. Кейде ескі құрылымды пештердің артықшылығы жоғары, демек элеткрлік қозғалтқыштан тәжге берілген күш аралас жетек қондырғысымен-редуктормен, ашық тісшелі шестернмен орындалады.

Корпусты айналдырып бұрау кезінде тәжі бірдей қашықтықта пештің жүктемелейтін ұштарына орналастырады. Пештің жүктемелейтін басындағы жоғары температура мен абразивті шаң-тозаң ауа құрамында болып, пешті қоршап жатады, бұл тек орталық бөлігінде ғана, сондықтан жетек қозғалысының бөлшектеріне кері әсер тигізбейді.

Кіші айналымдар кезінде қуаты жоғары элеткрлік қозғалтқыш жетегі тісшелі тәжді айналдырады, осы кезде ілініс модульдері 40-50 мм жететін тісшелі тәж орнатылады. Қайта жасалған пештердің өнімділігін көтеру күштің артуымен бірге жүреді, бұл айналуға қажетті қуат түрі болып отыр, сәйкесінше айналма күш тісшелі тәжге әсер етіп, осындай пештерді жетек қондырғыларымен жабдықтау қажеттілігі туындады. Бұл жетектер пештің оң жағы мен сол жағында болады.

Үлкен өлшемді пештерде инерция жоғары болады, сонымен қатар жанама жетек қозғалысымен қатар белгіленген бұрышпен пеш бұрылады (1–4 айн/сағ.). пеш корпусы мен футеровканы жөндеу кезінде белгілі бір бұрышқа пешті бұрып тұру қажет болады. жанама жетек қозғалысы арқылы қыздырылған пешті баяу бұруда, элеткр қуаты кездейсоқ тоқтап қалған кезде корпустардың ілінісулерін болдырмас үшін қолданылады. Осындай жағдайда жанама жетек қозғалысын пайдалану үшін арнайы элеткрлік генератормен жабдықтап, жетек арқылы карбюраторлы қозғалтқыштан немесе дизельден жылжытады. Жанама жетек қозғалыстарымен жұмыс кезінде пештің айналу жылдамдығы өте аз, ал тұтынатын қуатына пештің өлшеміне байланысты 5– 20 кВт тең.

Көптеген жағдайда жетек механизмінің жұмыстары пеш корпусына тісшелі тәжді дұрыс орналастыруға байланысты. Тәж корпустың қимасына симметриялы түрде орналасып, қоршаған ортаның әсерін қабылдап, жетекші шестернге береді.

Айналмалы пештердің көбінде тісшелі тәждер тангенциалды тегіс

серіппелер көмегімен корпус құрай отырып орналастырылған.

Тісшелі тәждерді 45Л және 50 Л маркалы көміртегілі болаттан құяды, ал жетекші шестерн 40Х маркалы легирленген болаттан жасалады. Одан әрі біркелкі тозуға төзімділігі бар тісшелерді өңдеу үшін тәж бен шестернді қаттылығы тісшелі тәжден 20-70 НВ артық маркалы болаттан дайындау қажет.

Тісшенің ұзындық коэффициенті 10–25, ал тәж бен жетекші шестерн арасындағы беріліс саны 5–7,5.

Тәж диаметрі мен корпус диаметрінің қатынасы пештің жаңа құрылымдарында 1,4–1,7 құрайды. Кіші өлшемдері үлкен пештерге келеді, а үлкен өлшемдері-кіші және орта өлшемді пештерге сай келеді. тәждің бастапқы үлкен айналмалы диаметрі пеш корпусының диаметрінен 40–70% есе артық, сондықтан тіс тәжіне түсетін үлкен күшті төмендету қажет. Сонымен қатар тәждің диаметрі үлкен болса, онда пеш корпусынан жетек механизмін жойып, қызмет көрсету үшін жағдайды жақсартамыз.

Пеш корпусына тісшелі тәжді орналастыру кезінде жаңасына алмастырмастан 15-25 жыл қызмет етуі қажет. Тәждің жұмыс қабілетіне салыстырмалы қысымнан басқа, жетекші шестерндегі тісшлердің ілінісулері әсер етеді, демек шестерн біліктерімен бірге пеш осіне паралель жалғанып, майдың үздіксіз берілістері, жиілігі, ауаның шандануы, қоршамалы жетек қозғалыстары әсер етеді.

Пеш айналымдарының қалыпты (орта) саны, элеткрлік қозғалтқыш айналымдарының саны, қуаты мен күші редуктордың сипатын, тісшелі тәждің өлшемін, жетекші шестернді анықтауда бастапқы мәлімет болып табылады.

Тәж бен шестерн тісшелері иілімдену бойынша төзімділіктерімен есептеледі. Осы кезде есептелген жүктеме ретінде жетекші шестерн білігіндегі айналу моменті алынады. Иілімдену керенуінің моменті бойынша тісшелі тәждің ілінісу модулін анықтаған соң, төзімділікке тісшелер тексеріледі

Жетекші шестерн біліктері айналмалы және иілмелі момент әсеріне ұшырайды. Білік диаметрін анықтай келе белгіленген құрылымдық пішіні анықталып, масштабты фактор мен кернеу концентрациялары кілтекті бумалар мен сомындардың орнында орындалады.

Редуктордың баяу жүрісті білігін пештің жетек қозғалысындағы жетекші шестерн білігіне қосу үшін соңғы эластикалық муфта құрылымның орнына универсалды айналдырық қолданылады. Бұлармен мысалы, өлшемі 3,6/3,3/3,6x150 м (Тельман атындағы зауыт құрылымы), 4,5X170 м («Сибтяжмаш» зауытының құрылымы) болатын пештер жабдықталған. Редуктор білігі мен жетекші шестернді топсалы түрде қоса отырып, универсалды айналдырық жетек қозғалыста қосылған біліктері бір бірімен сәйкес орналаспаған кезде дірілді жояды. Дегенмен бұл универсалды айналдырықтың мәндері пеш жетегінде аздап аумақтың артуынан кеміп отырады, демек жетек үшін аса қажет болғандықтан, қосалқы бөлшектерінің саны артады.

Пештердің жетек қозғалысты құрылымдары аса үлкен және жұмыста тиімсіз. Жетек мезханизмі төрт-бес жұпты тісшелі тәжден құралған, сондықтан

пайдалы қозғалыстағы механикалық коэффициент нақты дайындамаларда және нақты құрастыруда 90% аспайды, көптеген жағдайда осы шамалардан төмен емес.

Айналмалы пештердің жетекті қозғалыстардың оң сапасы гидравликалық жетекке алмасқан кезде ұлғаяды. Гидравликалық жетек қозғалысы пеш астында орналасқан екі майсауытты қозғалтқыштан тұрады. Осы қозғалтқыштардың біліктеріне жетекші шестерндер орнатылып, тісшелі тәжбен ілініскен. Қозғалтқыштар май қысымын қозғалысқа келтіріп, орталықтан тепкіш сораптармен айдалады. Сораптар жеке электрлік қозғалтқыштарда жұмыс атқарады. Сораптың саны пештің өнімділігіне байланысты, сәйкесінше айналымдары үшін қажет. Ештің жетек қондырғысы тәулігіне 350 т клинкер шығаратын қондырғымен жабдықталған, мысалы, он екі сорап қолданылады.

Майсауытты қозғалтқыш айналымдарының саны мен пештің айналу жылдамдықтарын өзгертуге болады, егер технологиялық себептерге байланысты болса, демек жұмыстағы сораптар саны артып немесе кеміп отырады. Жұмыс жасап тұрған сораптар үнемі пеш айналымдарының санына сәйкес келеді, демек гидравликалық жетек қозғалысының пайдалы коэффициенті тұрақты болып келеді. Сонымен қатар пештің гидравликалық қозғалысы кезінде жұмыс баяу қосылып, барлық қондырғы бөлшектері жұмыста ұзақ мерзімге жарамды. Өйткені бұлар тұрақты маймен жанасып жұмыс атқарады. Қондырғының негізгі бөлігі - сораптар жоғары температуралы зонадан алынып, жұмыстың тұрақтылықтарына орай жеке кешенге орналастырылған.

2.3 Цемент өндірісі кезінде отын шығынын төмендету бойынша орындалатын шараларды талдау және шолу жасау

Цемент өндірісі ірі отын тұтынушылардың бірі. Цемент құнының құрылымында (1998-2016 жылдары) отын мен электр қуатының шығындары 50-75%.

Қолда бар мәліметтер бойынша жалпы энергетикалық шығындардың 10% шикізат материалдарын дайындауға жұмсалады, 79% клинкерді күйдіруге, 10% цемент ұнтағына, 1% басқа шараларға кетеді.

Клинкерді күйдіру үрдісі кезінде электр қуатының шығындары 2900 кДж/кг деңгейге сай келіп, өндірістік технологияның жаңа техникалық деңгейін сай келеді.

Отын шығындарын рационалды шығындау үшін келесі мәндер қабылданады: ылғалды әдіспен - 234,0 кг/т, немесе 6800 кДж/кг, құрғақ әдіспен - 160 кг/т, или 4760 кДж/кг клинкер.

Клинкерді күйдіру кезінде отынды үнемдеу бойынша негізгі шаралардың тізімі:

1. Ылғалдыдан құрғақ өндіріске алмасу.
2. Пештің суық басына қойыртпақтарды шашырату қондырғысы.
3. 20% (өндірістегі жартылай құрғақ әдісі) ылғалға дейін қалдықтарды

сусыздандыру үшін сүзгі баспасын қолдану.

4. Қалдықтардың ылғалдылығын төмендету үшін сұйытқыш қоспаны қолданамыз. Ылғалды булау үшін жұмсалатын жылу мөлшері пештегі жылу балансының басты тармағы. Қалдықтардың ылғалдылығы 36% кезінде суды қыздыру мен буландыру шығындары, буларды газ температурасына дейін қыздыру 2720 кДж/кг (650 ккал/кг) құрайды, ал қалдық ылғалдылығы 45% - 3157 кДж/кг (753 ккал/кг), сондықтан отын шығының жартысын ылғалдау әдісімен клинкерді күйдіруге жұмсалады. Бұл отындар құрғақ әдіспен клинкер алудағы жылу шығындарына жақын келеді. қалдықтардың ылғалдылығын төмендету химиялық қоспаларды пайдалану арқылы орындалады, осы кезде ішкі үйкеліс кеміп, қалдықтардың аққыштығын көтереді: а) сілтілі электролиттер - натрий силикаты, сілті NaOH, натрий карбонаты Na_2CO_3 ; б) бткі-белсенді СДБ (сульфатты-дрожжалы ашытқы), кальций лигносульфаты; в) комбинирленген. Қалдықтардың ұнтағына қосылған қоспалар мөлшері 0,1-0,8%, демек ылғалды 2-3%, жекеленген жағдайда 5-12% дейін төмендетеді.

5. Минералды қоспаларды қолдану. Шикізат қоспасына аздаған мөлшерде минерализаторларды қосамыз (фосфогипс, балқымалы шпат, кремнийліфторлы гипс және т.б), бұлар температураны төмендетіп, пісіру процесін жылдамдатады.

6. Пеш корпустары арқылы жылу шығынын қысқарту бойынша шараларды ұйымдастыру. 100–250°C температуралы айналмалы пеш қаңқасындағы орта зоналарда жылуды оқшаулату. Жылуды оқшаулату пеш ұзындығының шамамен 30% құрайды.

7. Қыздырғыштарды қолдана отырып отынның жану үрдісін жақсарту.

8. Айналмалы пештерде қалдықтарды кептіру үрдісін интенсификациялау үшін жаңа жылу алмастырғыштарды орнату.

9. Пештерді қоқырмен толтырып, шикізат ұнтағымен қамтуды тұрақтындыруды қоқыр бергіштер мен дозаторлар арқылы орындалады.

10. Шикізат қоспасының химиялық құрамын оптималдандырып, кіші аралықта ауытқу модульдерін қамтитын технологиялық үрдістерді тұрақтандыру.

11. Оптималды шамаларға ейін пештің айналу жылдамдығын $1,5 \text{ мин}^{-1}$ дейін арттырып, кең диапозонда ретке келтіру (ылғалды әдіспен). Жылу алмасудың белсенділігіне байланысты шығарылған газдың температурасы төмендейді.

12. Пісу зонасында тұрақты майлану қабатының пайда болуы.

13. Өндірістік және коммуналды қажеттіліктер үшін ыстық суды ала отырып, айналмалы пештің пісу зонасында шағылысқан екінші ретті жылуды пайдалану. Бұл шарада ылғалды әдіспен пештің ПӘК шамасы 1,5-2,5%, құрғақ әдіспен -2% артады

14. Пеш бастарынан ауаны сорғылау (мысалы 15 - 5%) пештің суық бөлігінде сұйылтудың қажетті деңгейін ұстап тұрады.

Отынның салыстырмалы шығындарын төмендету бойынша әрбір шараның тиімділігі кәсіпорындағы нақты жағдайға байланысты.

Цемент өндірісінде отынды үнемдеу бойынша орындалатын басқа шаралар:

1. Тозған және қайта қалыпқа келтірілген автокөлік жабындары ен пештері құрғақ әдіспен клинкерді күйдіреді. Осы кезде тек экономикалық емес, сондай-ақ экологиялық тиімділік пайда болады. Тозған жабындардың салыстырмалы жану кезінде бөлінген жылуы 29 000 кДж/кг (6921 ккал/кг), демек жоғары сапалы отын көрсеткіштеріне тең. Қазіргі таңда пешке жабындарды салу мәселесі шешімін тапқан (араластырмай). Жабындардағы темір мен мырыш тотығы клинкер құрамына кіріп, соңғысы күйдіру үрдісіне оң әсер етеді, жандыру температурасын 100°C жеткізеді. Цемент сапасы өзгермейді.

2. Ұйымдастыру шарасы. Айналмалы пештерді пайдалану коэффициентін көтеру 0,91-0,95 тең, бірақ 0,84 төмен емес. Агрегатты 1 сағатқа тоқтатқан кезде пеш корпусынан жойылған жылу, клинкер, шикізат, футеровка үшін нормативті жылу режимін қалыптандыру үшін 2-2,5 т. шарт. отын қажет. Толық суынған пешті қозғалысқа қосу үшін 50-150 т шарт. отын (пеш өлшеміне байланысты) қажет.

3. Көп компонентті цемент шығарылымдары, демек қалдық портландцемент өндірісі мен портландцементке қосымша қоспалар қосылады. Доменді түйіршікті қалдық тоннасын қолдануда клинкердің мөлшерін 600-700 кг үнемдейміз. Қалдықты портландцемент шығарылымы кезінде отынның орташа үнемділігі клинкерді цементпен салыстырғанда 30-40% төмен.

4. Күйдіру зонасында қималарының өзгерістерімен пешті модернизациялау.

5. Карьердегі шикізатты кептіру (желдету).

6. Құбырлы және шарлы диірмндрдегі пайдалы жұмыстар үшін 2-20% энергия жұмсалады. Қалған энергия материалдар мен үйкеліскен бөлшектер арасында жылу, діріл, материал ағымдарының турбуленттілігі үшін жұмсалады.

Ұнтақтарды интенсификациялау және электр қуатын 5-15% қысқарту беткі-белсенді заттар (ПАВ) түріндегі ұнтақтардың интенсификатор материалы есебінен орындалады, сонымен қатар СДБ, сабыннафта, петролатум, триэтанолламин қосылады (0,02-0,5% қосылады). Бұлар араластырылған клинкердің тиімділігін көтеріп, кедергіленуін кемітіп, материал бөлшектерінің жабысып қалмауына ықпалын тигізеді.

2.4 3,6x150 м айналмалы пеш құрылымының мәні

Жақын жылдары цемент шығарылымдарын арттыру үшін жаңа технологиялық желі қолданылады, осыған орай игерудегі жабдықтар мен құрылымдар қайта құрылып, модернизацияланады. Уақыт өте келе цемент өндірісінде қолданылатын айналмалы пеш жабдықтары бірнеше рет жаңартылып, модернизацияланған. Айналмалы пеш қондырғысының ішкі жылу алмасу жабдықтарына байланысты консервативті жабдық жылдам дамып, жаңартылып отырады.

Жобаны орындау кезінде технологиялық әдістер мен құрылымды шешімдерді іздеп, талдау кезінде нақты технологиялық желі өнімділігі артып, ылғалды әдіспен цемент өндірісінде орындалады, осылайша отынның салыстырмалы шығыны кеміп отырады. Біздің жұмыста осы бағыттағы келесі шешімдер талданған:

1. Модернизация печей с изменением их профиля в зоне обжига.
2. Оптималды шамалармен кең аралықта реттегіштермен пештің жылдамдығын $1,5 \text{ мин}^{-1}$ ұлғайтамыз.

Нәтижесінде $3,6 \times 150 \text{ м}$ айналмалы пеш пеш корпусын $3,6 \times 4 \times 150 \text{ м}$ өзгертіп, 38 м ұзындық бөлігін жүктемеленген. Қалған бөлігі толық сақталады. Тербеліс мойынтірегіндегі тірек блогы сақталады, осы кезде тірек жақтаулары қайта жөнделіп, орнына жаңасы орнатылады. 1-3 тірекке орнатылған гидротіректер сақталады, бірақ аунақшалы тірек алмастырумен байланысты орнықтыру кезінде аздап өзгереді.

Осындай құрылымды шешімдер арқылы клинкерді күйдіру кезінде отын шығындары төмендейді.

2.5 Айналмалы пештің кинематикалық өлшемін есептеу

Айналмалы пештің тасымалдау қаблетін көтеру мақсатында жоба мәліметтері бойынша корпусстың айналым жиілігі $0,02416 \text{ с}^{-1}$ дейін артып, ДД-3200 басты редуктордағы тісшелі жұптар алмастырылады.

Бірінші жұптардың өзгерістерімен редуктордың кинематикалық есептемесі.

Пешке орнатылған:

Электрлік қозғалтқыш – АКЗ–12–39–6, $N=320 \text{ кВт}$, $n=16,116 \text{ с}^{-1}$;

Басты жетек редукторы – ДД–3200, $i_{ред}=86,6$.

Тәжді жұптың беріліс саны $i_{вен}=9,062$. Пештің айналу жылдамдығы $n_n = 0,0201 \text{ с}^{-1}$.

Жетектің жалпы беріліс саны

$$i_{общ} = i_{ред} \times i_{вен} = 86,6 \times 9,062 = 783,903. \quad (2.1)$$

Жетектің берілісін өзгерте отырып, $n_r = 0,02416$ дейін корпусстың жиілігін арттыру

$$i_{общ} = \frac{n_{де}}{n_r} = \frac{16,416}{0,02416} = 679,31. \quad (2.2)$$

Редуктордың беріліс саны

$$i_{пер} = \frac{i_{общ}}{i_{вен}} = \frac{679,31}{9,069} = 75,0453. \quad (2.3)$$

II–III редуктор жұптарының беріліс саны

$$i_{II,III} = i_{II} \times i_{III} = 5,185 \times 3,714 = 19,2663, \quad (2.4)$$

мұндағы i_{II}, i_{III} – редуктордың екінші және үшінші сатының беріліс саны.

Редуктор жұптарының беріліс саны келесі қатынаспен анықталады

$$i_I = \frac{i_{ред}}{i_{II,III}} = \frac{75,0953}{19,26637} = 3,889, \quad (2.5)$$

Берілістің геометриялық есептемесі $a=600$ мм –1 жұпты редуктордың ось аралық қашықтығының тісшенің еңістену бұрышы $\beta = 34^\circ$. Торқты модулін берілістер үшін қабылдаймыз:

$$m_t = \frac{m_n}{\cos \beta} = \frac{7}{0,82904} = 8,443 \text{ мм}, \quad (2.6)$$

мұндағы $m_t = 7$ мм – 1 жұптың қалыпты модулі.

Торқты модул мен орталық арасындағы қашықтықтағы шестерн тісшесінің саны мен 1 жұпты дөңгелекті анықтаймыз:

$$m_t(z_1 + z_2) = 2a, \quad (2.7)$$

мұндағы z_1, z_2 дөңгелек пен шестерн тісшесінің саны.

z_2 шамасын $z_1: z_2 = z_1 \times i_I$ арқылы алып, $m_t z_1(1 + i_I) = 2a$ шамасына сәйкестендіреміз, сонда

$$z_1 = \frac{2a}{m_t(1 + i_I)} = \frac{2 \times 600}{8,443(1 + 3,889)} = 29. \quad (2.8)$$

Шестерн тісшесінің саны $z_1 = 29$ мен 1 жұпты дөңгелек тісшесінің санын анықтаймыз:

$$z_2 = z_1 \times i_I = 29 \times 3,889 = 112,79.$$

Өзгерген бірінші жұпты редуктордың нақты беріліс саны

$$i_{ред.ф} = i_{Iф} \times i_{II} \times i_{III} = 3,862 \times 5,1875 \times 3,714 = 74,4. \quad (2.9)$$

Пеш жетегінің жалпы беріліс саны (нақты)

$$i_{\text{общ.ф}} = i_{\text{ред}} \times i_{\text{вен}} = 74,4 \times 9,062 = 674,21. \quad (2.10)$$

Корпустың нақты айналым жиілігі

$$n_{\text{н.ф}} = \frac{n_{\text{де}}}{i_{\text{общ.ф}}} = \frac{16,416}{674,21} = 0,02434 \text{ с}^{-1}. \quad (2.10)$$

2.6 Өнімділікті есептеу

Жылу агрегаты ретінде пештің өнімділігін келесі формуламен анықтаймыз:

$$Q = \frac{S \times k \times \Delta t}{q}, \text{ кг/с} \quad (2.11)$$

мұндағы S – жылу беретін пештің беткі қабаты, м^2 ;

k – жылу беру коэффициенті, $k = 0,12 \text{ кДж/м}^2 \cdot \text{град}$;

Δt – газ ағымы мен күйдірілген материал температурасының орташа айырмашылығы, $\Delta t = 180^\circ$;

q – 1 кг клинкерді күйдіруде бөлінген жылудың салыстырмалы шығыны, $q = 6075,5 \text{ кДж/кг}$.

Пештен шыққан беткі жылу (S) келесі қатынастардан құралған:

$$S = S_p + S_y, \quad (2.12)$$

мұндағы S_p – футеровка бойынша пештің ішкі беті, м^2 ;

S_y – тізбек бетінің аумағы, $S_y = 1474 \text{ м}^2$.

$$S_p = \pi \left(D_{1cb} \times l_1 + \frac{D_{1cb} + D_{2cb}}{2} l_{ko} + D_{2cb} \times l_3 \right), \quad (2.13)$$

мұндағы D_{1cb} – жарықтағы пештің суық бөлігінің диаметрі, м;

l_1 – диаметрі 3,6 м болатын пеш корпусының ұзындығы, м;

D_{2cb} – жарықтағы пештің ыстық бөлік диаметрі, м;

l_{kon} – конус құрастыру ұзындығы;

l_3 – диаметр 4 м болатын пеш корпусының ұзындығы, м.

$$S_p = 3,14 \left(3,2 \times 105,5 + \frac{3,2 + 3,6}{2} \times 4,7 + 3,6 \times 40,0 \right) = 1563,2 \text{ м}^2.$$

(2.12) формулаға мәндер қоямыз.

$$S = 1563,2 + 1474 = 3037,2 \text{ м}^2.$$

Осылайша жылу агрегаты ретінде пештің өнімділігі анықталады.

$$Q_m = \frac{3037,2 \times 0,12 \times 180^\circ}{6075,5} = 10,8 \text{ кг/с}.$$

Тасымалдаушы қондырғы ретінде пештің өндіргіштігі келесі формуламен анықталады:

$$Q = \pi R_{cb}^2 \varphi v j, \quad (2.14)$$

мұндағы R_{cb} – жарықтағы радиус, м;

φ – пеш маңына материалдарды толтыру коэффициенті, $\varphi = 0,09$;

v – пеш аумағындағы материалдың қозғалыс жылдамдығы, м/с;

j – материалдың салмағы, $j = 1200 \text{ кг/м}^3$.

Материалдың қозғалыс жылдамдығын келесі формуламен анықтаймыз

$$v = \frac{\pi D i n}{100}, \quad (2.15)$$

мұндағы D – жарықтағы пештің диаметрі, м;

i – пеш корпусының еңістігі, %;

n – корпусының айналу жиілігі, с^{-1} .

(2.15) формулаға мәндерді қоямыз

$$v = \frac{3,14 \times 3,6 \times 3,5 \times 0,024}{100} = 0,0095 \text{ м/с}.$$

(2.14) формулаға мәндерді қоя отырып, тасымалдаушы қондырғы ретіндегі пештің өнімділігін анықтаймыз

$$Q = 3,14 \times 1,8^2 \times 0,09 \times 0,0095 \times 1200 = 10,44 \text{ кг/с}.$$

Есептеулер бойынша $3,6 \times 4 \times 150$ м пештің өнімділігі 10,44 кг/с немесе 37,6 т/сағ аралығында анықталады.

2.7 Жетек күшін есептеу

Жетек күшін есептеу пештің максималды өнімділігі $10,44 \text{ кг} \cdot \text{с}^{-1}$, пештің айналу жиілігі $0,02434 \text{ с}^{-1}$ кезінде орындалады.

Пешті айналдыруға қажетті жетек күшін келесі формуламен анықтаймыз:

$$N = N_p + N_\theta + N_m, \quad (2.16)$$

мұндағы N_p – тіректі аунақшаның радиалды мойынтіректеріндегі күшті жеңу үшін жұмсалған күш, кВт;

N_θ – тіректі аунақша бойынша құрсаулардың тербеліс күшін жеңу үшін жұмсалған күш, кВт;

N_m – пешке материалды орналастыруға кеткен күш, кВт.

Тіректі аунақшаның радиалды мойынтірегіндегі үйкеліс күшін жеңіге жұмсалған күш келесі формуламен анықталады:

$$N_p = 0,12 \cdot f \cdot n \cdot R_u \cdot \frac{D_\theta}{D_p} \cdot G, \quad (2.17)$$

мұндағы f – мойынтірек үйкелісінің коэффициенті, $f=0,008$;

n – пештегі айналу жиілігі, $n=1,46$ айн/мин;

R_u – тіректі аунақша цапфасының радиусы, $R_u=0,2$ м;

D_θ – құрсау диаметрі, $D_\theta=4,25$ м;

D_p – аунақша диаметрі, $D_p=1$ м;

G – жанатын материалдың салмағымен бірге есептелген пештің салмағы, $G=15450$ кН.

$$N_p = 0,12 \cdot 0,008 \cdot 1,46 \cdot 0,2 \cdot \frac{4,25}{1} \cdot 15450 = 18,4 \text{ кВт.}$$

Тіректі аунақша бойынша құрсаудың тербелістеріндегі үйкеліс күшін жоюға жұмсалған күш

$$N_\theta = 0,5 N_p, \quad (2.18)$$

$$N_\theta = 0,5 \cdot 18,4 = 9,2 \text{ кВт.}$$

Пештегі материалды араластыруға жұмсалған күш

$$N_m = 0,056 \cdot n \cdot R_{cs}^3 \cdot L \cdot \rho \cdot g \cdot \sin^3 \epsilon, \quad (2.19)$$

мұндағы R_{cs} – жарықтағы пеш радиусы, $R_{cs}=1,6$ м;

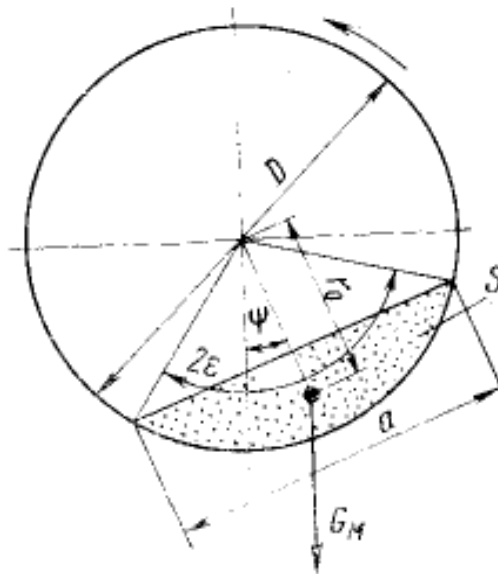
L – пеш корпусының ұзындығы, $L=150$ м;

ρ – күйдірілген материалдың тығыздығы, $\rho=1,2 \text{ т/м}^3$;
 ε – айналмалы материал сегментіне тіреуіштенген орталық бұрышқа тең бұрыш (сурет 2.2), $\varepsilon=48^\circ$

$$N_{\text{м}} = 0,056 \cdot 1,46 \cdot 1,6^3 \cdot 150 \cdot 1,2 \cdot 9,81 \cdot \sin^3 48^\circ = 242,7 \text{ кВт.}$$

Осылайша жетек күші

$$N = 18,4 + 9,2 + 242,7 = 270,3 \text{ кВт.}$$



2.2 - сурет - Пеш сегменті бойынша материалдың орналасу сызбасы

Электрлік қозғалтқыш күші

$$N_{\text{дв}} = \frac{N}{\eta}, \quad (2.20)$$

мұндағы η – жетек ПӘК, $\eta=0,85$.

$$N_{\text{дв}} = \frac{270,3}{0,85} = 318 \text{ кВт.}$$

АКЗ-12-39-6 күші бар электрлік қозғалтқыш есептеулерінің нәтижесінде алынған 320 кВт күш пештің айналымы үшін жеткілікті.

2.8 Тірек аунақшасының беріктігін есептеу

Айналмалы пештегі тіректер пеш корпусынан шыққан жүктемелерді және күйдірілген материалдан келген әсерді қабылдайды. Құрсау бандаж арқылы тірекке беріліп, содан кейін жақтауға, пеш фундаментіне беріледі.

Тіректі аунақшаның жұмыс бетін тексерміз. Қосылыс бетінің беріктігін тексеру үшін бастапқыда күшті содан кейін аунақшаны басатын бандажды анықтаймыз (сурет 2.3)

$$P_1 = \frac{P}{2 \cdot \cos \alpha}, \quad (2.21)$$

мұндағы P – тіректің максималды реакциясы, $P=1,362$ МН;

α – пеш ортасымен тіректі аунақшаны вертикалды қосатын сызықтар арасындағы бұрыш, $\alpha=30^\circ$.

$$P_1 = \frac{1,362}{2 \cdot \cos 30^\circ} = 0,786 \text{ МН.}$$

Бандаж бен тіректі аунақша арасындағы максималды қосылыс қысымы

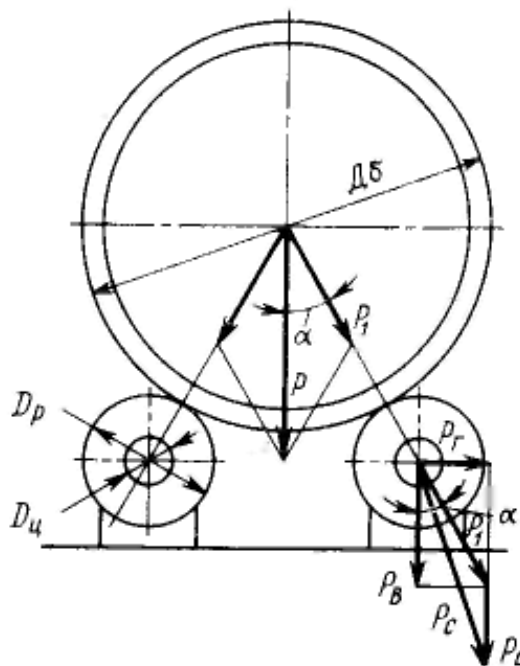
$$P_0 = 0,418 \sqrt{\frac{P_1 \cdot E \cdot (D_\delta + D_p)}{D_\delta \cdot D_p \cdot b}}, \quad (2.22)$$

мұндағы E – беріктік модулі (бандаж бен тірек аунақшасының материалы – болат 30ГСЛ, $E=2,02 \cdot 10^5$ МПа);

D_δ – бандаж диаметрі $D_\delta=4,25$ м;

D_p – аунақша диаметрі, $D_p=1$ м;

b – бандаж ені, $b=0,5$ м.



2.3 – сурет - Тірек түйіндеріне әсер ететін күш сызбасы

$$P_0 = 0,418 \sqrt{\frac{0,786 \cdot 2,02 \cdot 10^5 \cdot (4,25 + 1)}{4,25 \cdot 1 \cdot 0,5}} = 262 \text{ МПа.}$$

Беріктік шарты $P_0 = \sigma_k = 262 \text{ МПа} \leq [\sigma_k] = 833\text{--}1030 \text{ МПа}$ орындалады, мұндағы $[\sigma_k]$ – шекті қосылыс қысымы.

2.9 Құрсауды есептеу

Құрсаулар айналмалы пештің тіректері құрылымы болып табылады, демек тіректерге пеш футровкалы пештен және күйдірілген материалдан берілген берілістерге арналған. Құрсаудың иілімденуіндегі максималды кернеу келесідей анықталады.

Құрсау салмағын есепке алмастан тіректегі максималды жүктеме

$$P_N = P - G_{б.к.}, \quad (2.23)$$

мұндағы P – тректің максималды реакциясы, $P = 3,86 \text{ МН}$;

$G_{б.к.}$ – бекітілген бөлшек салмағын есепке алғандағы құрсау салмағы, $G_{б.к.} = 0,196 \text{ МН}$.

$$P_N = 3,86 - 0,196 = 3,664 \text{ МН.}$$

Бандаждың орташа радиус

$$R_{cp} = \frac{D + d}{4}, \quad (2.24)$$

мұндағы D – бандаждың сыртқы диаметрі, $D = 4,25 \text{ м}$;

d – бандаждың ішкі диаметрі, $d = 3,6 \text{ м}$.

$$R_{cp} = \frac{4,25 + 3,6}{4} = 1,9625 \text{ м.}$$

Механикалық жүктеме әсерінен болған максималды иілімдну моменті

$$M = 0,0633 \cdot P_N \cdot R_{cp} + 0,0866 \cdot G_{б.к.} \cdot R_{cp}, \quad (2.25)$$

$$M = 0,0633 \cdot 3,664 \cdot 1,9625 + 0,0866 \cdot 0,196 \cdot 1,9625 = 0,488 \text{ МН} \cdot \text{м.}$$

Құрсаудың қималану кедргісінің моменті

$$W = \frac{bh^2}{6}, \quad (2.26)$$

мұндағы b – құрсау ені, $b=0,5$ м;
 h – құрсау қалыңдығы, $h=(D-d)/2=(4,25-3,6)/2=0,325$ м

$$W = \frac{0,5 \cdot 0,325^2}{6} = 0,0088 \text{ м}^3.$$

Механикалық жүктемелерден құрсаудағы кернеулік

$$\sigma = \frac{M}{W}, \quad (2.27)$$

$$\sigma = \frac{0,488}{0,0088} = 55,5 \text{ МПа}.$$

Механикалық күштер мен жылудан туындаған толық кернеулік

$$\sigma_n = 1,5 \cdot \sigma, \quad (2.28)$$

$$\sigma_n = 1,5 \cdot 55,5 = 83,25 \text{ МПа}.$$

Беріктік шарты $\sigma_n = 83,25 \text{ МПа} \leq [\sigma_k] = 833-1030 \text{ МПа}$ орындалады.

2.10 Пеш корпусын есептеу

Тіректе орналасқан корпус көп тіректі Арқалық, ал пішіні бойынша ұзын, қалыңдығы 1/40-1/70 радиус болатын цилиндрлік қабықша.

Корпуспен сынақталған негізгі ішкі жүктеме өзіндік салмақпен құралып, футровка мен күйдірілген материал салмағынан құралады; демек корпусың жалпы салмағынан 60-65% футеровканың салмағына, 20-25% қабықшаның, 15% күйдірілген материал салмағы болып табылады. Егер біз пешті жабдықтасақ сыртқы жүктемелерге барлық тізбек салмағы, металлды, керамикалық жылу алмастырғыштар, тісшелі тәж, рекуператорлық тоңазытқыш құрсаулары мен барабандары жатады. Барлық футеровкалар, жанған материалдар салмағы корпус бойынша таралып, уақ ұзындығымен таралған. Корпустағы қалған жүктемелер шоғырланған болып табылады.

Пешпен жұмыс кезінде жанатын материал айналу ағына қарай орналасады, сондықтан корпусқа біркелкі әсер етіп, вертикалды жазықтықпен симметриялы жылжиды. Материалдың аз салмағына байланысты барлық корпус беті мен футеровкаға тең мөлшердегі күш әсер етеді. Корпусқа әсер еткен күштерді анықтау кезінде сыртқы күштер қозғалысы бұзылып, пештің вертикалды бетіне симметриялы түрде орналасқан.

Бастапқы әсерлердің әсерінен корпуста көлденең тіректі және тірек аралық иілгіш момент туындап, корпусың көлденең қимасында ішкі кедергілерді туындатып, көлденең қималарда ішкі күштің туындау себебіне

айналған. Сонымен қатар корпус айналу моментіне ұшырап, айналма күштермен бірге тәж тісшесіне жанасқан. Иілімдену моментімен салыстырғанда бұрау корпуста жоғары емес, сондықтан корпустың беріктігін есепке алғанда назарға алмау қажет.

Тіректі иілімдену моменті корпус маңына бағытталған, яғни үш моментпен немесе кезекті шамалармен анықталады. аралықтар бойынша тегіс таралған жүктемелер корпус үшін үш моментті пайдаланады

$$M_{n-1} \frac{l_n}{I_n} + 2M_n \left(\frac{l_n}{I_n} + \frac{l_{n+1}}{I_{n+1}} \right) + M_{n+1} \frac{l_{n+1}}{I_{n+1}} = - \left(\frac{q_n l_n^3}{4I_n} + \frac{q_{n+1} l_{n+1}^3}{4I_{n+1}} \right), \quad (2.29)$$

мұндағы M_n - тіректің иілімдеу моменті n , в кН·м;

l_n - тірек алдында орналасқан аралық ұзындығы n , солдан оңға қарай есептеледі, м;

I_n - аралықтар ұзындығы бойынша корпусты орналастыру инерциясының моменті n , м²;

q_n - 1 пог. аралық ұзындықтағы жүктеме n , кН/м.

Егер тегіс таралған жүктемеден басқа, ұзындығы бойынша аралыққа P күш әсер етді, демек оң және сол тіректерінде c және d аралықтарына орналасады, сондықтан үш моментті теңдеудің оң бөлігіне аралықтар үшін көбейтінді енгізіледі: аралық үшін n :

$$P \cdot c_n d_n \left(1 + \frac{d_n}{l_n} \right), \quad (2.30)$$

аралық үшін $n+1$:

$$P \cdot c_n d_n \left(1 + \frac{d_n}{l_n} \right), \quad (2.30)$$

Үш момент теңдеуіне енген аралық ұзындығы бойынша пеш корпусының диаметрі мен қалыңдығы тұрақты, сәйкесінше инерция моменті біркелкі болып, осы моментті үш момент теңдеуіне енгізіп, шешімдерін күрделендіреді.

Корпустағы жүктеуші және алушы ұштары конусты болып келеді, сондықтан қималардағы иілімдену моменті қарапайым жолмен анықталады. Егер пеште n тірек болса, онда корпустағы иілімдену моментін анықтау үшін үш моменттің $n-2$ теңдеуін шешеміз.

Пеш тіректері жоғары болса, корпус ұзындықтары да әртүрлі диаметрлі болады, осы кезде иілімдену моменті бойынша арифметикалық есептемелермен байланысты. Сондықтан тіректі иілімдену моменті айналмалы пеште кезекті мәндермен анықталады.

2.4 суретте 3,6х150 м айналмалы пеш корпусына берілген сыртқы жүктеменің таралу сызбасы берілген. Осы сызбаларға сәйкес кезекті жақындастыру көмегімен тіректі иілімдену моментінің өлшемдері анықталады, ал сандық мәндері 2.1 кестеге толтырылған. Алынған мәліметтер бойынша иілімдену моменті мен үзіп отыратын күштердің эпюрасы құрылған

Иілімдену моментін есептеу кезінде келесілер қабылданған: кеңейтілген бөлікте корпусың көлденең қимасындағы инерциялық момент

$$I_p = \frac{\pi(R_n^4 - R_e^4)}{4}, \quad (2.32)$$

мұндағы R_n - пеш корпусының сыртқы радиусы, см;

R_e - пеш корпусының ішкі радиусы, см.

$$I_p = \frac{3,14(182,2^4 - 180^4)}{4} = 41 \cdot 10^6 \text{ см}^4 = 0,41 \text{ м}^4,$$

тар бөліктегі корпустағы көлденең қимасындағы инерция моменті

$$I_y = \frac{3,14(167,2^4 - 165^4)}{4} = 31 \cdot 10^6 \text{ см}^4 = 0,31 \text{ м}^4.$$

2.1 - Кесте - Пеш корпусының қимасындағы иілімдену моменті мен тірек реакциясы

№ тірек	Тіректі иілімдену моменті, кН·м	Тірек реакциясы, кН			Аралықтардың қауіпті қимасының координатасы n , м	Аралықтардағы иілімдену моменті, кН·м	Аралық ұзындығы, м
		құрам-дас R_n^n	құрам-дас R_n^{n+1}	толық R			
I	-3980	1203	822	2025	8,95	-300	14,4
II	-1650	498	799	1297	8,7	1830	18,4
III	-2550	893	726	1619	9,0	420	16,7
IV	-1740	628	673	1301	8,3	1040	17,9
V	-2680	777	985	1762	9,1	1400	18,6
VI	-2210	757	683	1440	8,4	730	16,6
VII	-2040	663	764	1427	8,8	1330	18,6
VIII	-2900	856	897	1753	10,3	1750	17,9
IX	-810	663	325	988			

Қимадағы иілімдеу моменті I тірек арқылы өтіп келесідей түрде анықталады.

A-A және B-B қимадағы G_1 барабан салмағынан пеш корпусындағы қысым (сурет 2.5):

$$Q'_A = \frac{G_1 \cdot 3,12}{3,62}, \quad Q'_B = \frac{G_1 \cdot 0,5}{3,62}, \quad (2.33)$$

$$Q'_A = \frac{290 \cdot 3,12}{3,62} = 250 \text{ кН}, \quad Q'_B = \frac{290 \cdot 0,5}{3,62} = 40 \text{ кН}.$$

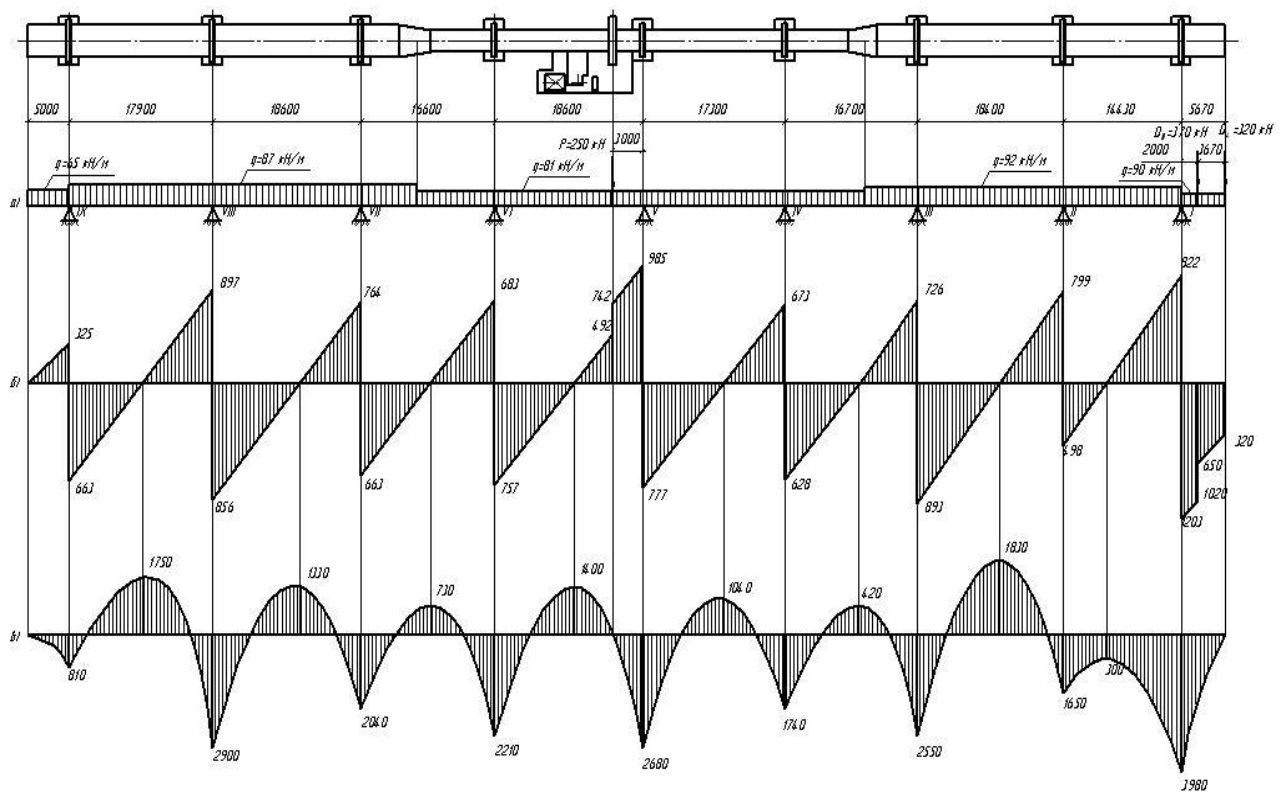
A-A және *Б-Б* қимадағы G_2 футеровкадан пеш корпусының қысымы:

$$Q''_A = \frac{G_2 \cdot 1,27}{3,62}, \quad Q''_B = \frac{G_2 \cdot 2,35}{3,62}, \quad (2.34)$$

$$Q''_A = \frac{200 \cdot 1,27}{3,62} = 70 \text{ кН}, \quad Q''_B = \frac{200 \cdot 2,35}{3,62} = 130 \text{ кН}.$$

A-A қимасындағы пеш корпусындағы жалпы қысым:

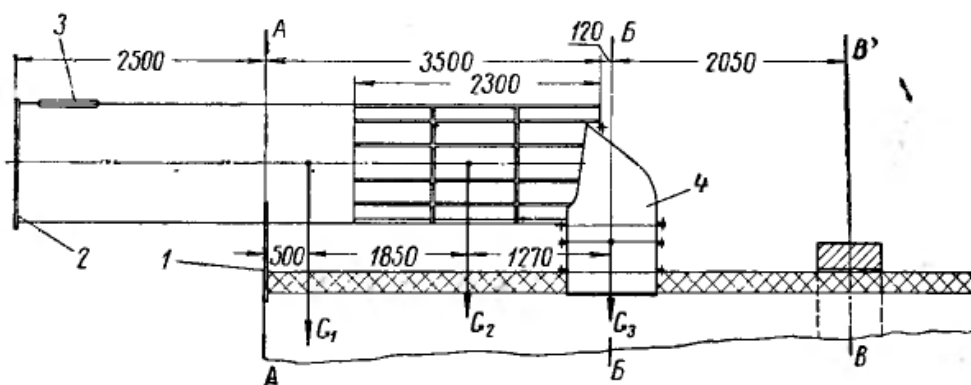
$$Q_A = Q'_A + Q''_A = 250 + 70 = 320 \text{ кН}.$$



2.4 – сурет - 3,6х150 м айналмалы пеш корпусындағы (в) иілімдеу моменті мен (б) көлденең күш эпюрасының есптелген сызбасы (а)

Жүктегіш G_3 қондырғы салмағын қосқанда *Б-Б* қимасындағы пеш корпусындағы жалпы қысым:

$$Q_B = Q'_B + Q''_B + G_3 = 40 + 130 + 200 = 370 \text{ кН}.$$



2.5 – сурет - I тіректегі жүктемені анықтау сызбасы

I тірек пеі арқылы өткен В-В қимасындағы иілімдену моменті

$$M_I = Q_A(3,5 + 0,12 + 2,05) + Q_B \cdot 2,05 + q_1 \frac{(3,5 + 0,12 + 2,05)^2}{2}, \quad (2.35)$$

мұндағы q_1 – 1 пог.м корпус пентірек футеровкасының салмағы $q=90$ кН/м.

$$M_I = 320 \cdot (3,5 + 0,12 + 2,05) + 370 \cdot 2,05 + 90 \cdot \frac{(3,5 + 0,12 + 2,05)^2}{2} = 3980 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

IX тірегі арқылы өтетін қимадағы инерциялық момент,

$$M_{IX} = -\frac{q_5 \cdot 5^2}{2}, \quad (2.36)$$

мұндағы q_5 – IX тіректегі футеровка мен 1 пог.м пеш корпусының салмағы, $q=65$ кН/м.

кН·м.

Белгілі тіректі моменттер кезінде пеш корпусының әрбір аралықтары соның ішінде n аралықтарды арқалықтың шарнирлі опртті ұштары ретінде қарастырылып (сурет 2.6) сыртқы жүктеме мен тірек моменттеріне M_{n-1}, M_n әсер етеді.

Гер бағыт бойынша тірек моменті оң болса, онда тірек реакциясы белгіленген аралық үшін n келесі теңдеумен анықталады:

$$R_{n-1}^n = A_n^0 - \frac{M_{n-1}}{l_n} + \frac{M_n}{l_n}, \quad (2.37)$$

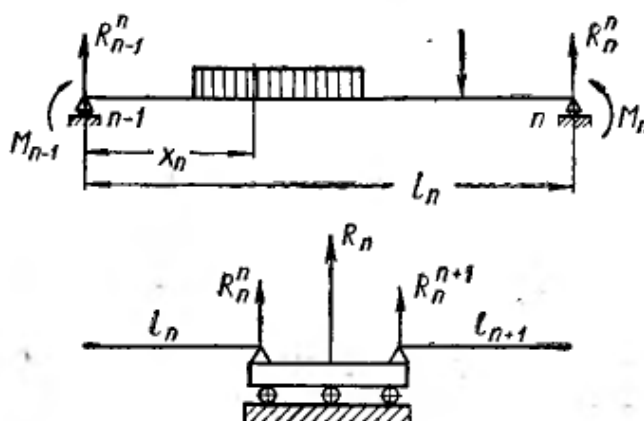
$$R_n^n = B_n^0 + \frac{M_{n-1}}{l_n} - \frac{M_n}{l_n}. \quad (2.38)$$

Әріптердегі жоғарғы аралық нөмірін береді, ал төменгісі-тірек нөмірі.

Бірінші бөліктегі келтірілген теңдеулер тірекке әсер еткен сыртқы күштермен орындалады, ал қалғаны тірек моментімен тұжырымдаған.

Тіректің толық реакциясы құрамдастардың жиынтық нәтижесінде жатады. n тірек үшін толық реакция:

$$R_n = R_n^n + R_n^{n+1}, \quad (2.39)$$



2.6 - сурет - Пеш корпусындағы аралық тірек реакциясы

Мысал ретінде III тірек реакциясы анықталады. (2.39) теңдеу бойынша R_{III}^3 және R_{III}^4 құрылымдарға көбейтіледі.

Демек

$$R_{III}^3 = B_3^0 + \frac{M_{II}}{l_3} - \frac{M_{III}}{l_3} = \frac{92 \cdot 18,4}{2} - \frac{1650}{18,4} + \frac{2550}{18,4} = 893 \text{ кН},$$

және

$$R_{III}^4 = A_3^0 - \frac{M_{III}}{l_4} + \frac{M_{IV}}{l_4} = \frac{81 \cdot 16,7}{2} + \frac{2550}{16,7} - \frac{1740}{16,7} = 726 \text{ кН}.$$

толық реакция

$$R_{III} = R_{III}^3 + R_{III}^4 = 893 + 726 = 1619 \text{ кН}.$$

Осы жолмен тіректің қалған реакциясы анықталып, шамалары 2.1 кестеге толтырылды.

Тірек аралық иілімдеу моменті белгілі тірек моментімен анықталып, корпустың аралықтары жеке, бекітілген аркалық түрінде қабылданады. Сондықтан иілімдену моменті, аралық қимаына әсер етеді, мысалы l_3 (2.5 суретті қараңыз) тіректің сол жағында x қашықтықта орналасқан:

$$M_3 = M_{II} - A_3^0 \cdot x - \frac{q \cdot x^2}{2}. \quad (2.40)$$

X мәнін табу үшін иілімдену моменті жоғары мәнге ие болуы тиіс, сондықтан x бойынша моменттен бірінші туынды нөлге теңестіріліп, x салыстырмалы теңеуін шешеміз.

Туынды мәні

$$\frac{dM_3}{dx} = A_3^0 - q \cdot x, \quad (2.41)$$

нөлге теңестіре отырып, теңдеуді табамыз

$$x = \frac{A_3^0}{q} = \frac{726}{81} \approx 9 \text{ м.}$$

I_3 аралық қимасындағы иілімдену моменті

$$M_3 = -2550 + 726 \cdot 9 - \frac{88 \cdot 9^2}{2} \approx 420 \text{ кН} \cdot \text{м.}$$

Осы әдіспен есептелген иілімдену моментінің мәндері 2.1 кестеге толтырылған.

2.1 кестеде келтірілген өлшемдер талдамасы бойынша 3,6x150 м пештегі I тірек аса шамадан тыс жүктемеленген. Пештің жүктемеленген бөлігі рекуператорлық тоңазытқыш барабандарына қосылған. Аралық тіректерден V және VIII тіректер жүктемеленген, сондықтан V тірекке жақын корпусқа ауыр тісшелі тәж орнатылған, ал VII тірегіне футеровка мен тізбек ұзындықтары, I_7 және I_8 аралықтар жанасқан.

Пеш сияқты басқа құрылымдарда, 3,6x150 м өлшемді пештерде кіші қысым болады, ал тіректе пештің корпусы жеңіл қысқа корпусты болып келеді.

Алынған нәтижелерді салыстыра отырып, тіректі иілімдену моменті қималардағы моменттен екі есе артып түседі, осылайша бұл тек қарастырылғанпешке ғана қатысты болып келеді. Тіректердегі қысым өлшемдерінің айырмашылықтары жоғары емес, бұл пеш жұмысына әсер етіп, тірек қондырғыларының бөлшектерінде туындайды. Дегенмен көптеген пештердің практикалық жағдайында тірекке берілген жүктеме кездейсоқ тегіс таралмаған. Мұның себебі биіктігі бойынша тіректі аунақшаның дұрыс орналаспауына байланысты.

ҚОРЫТЫНДЫ

Көлік құрылымының талдама негізінде, жабдықтардың өлшемі, экономикалық тиімділік, қайта құрылымдау арқылы келесі тұжырымдамалар жасалған:

1) Отын мен электрлік күш шығыны цемент құнының құрылымында 50-75%, 79% құрайды, демек клинкерді күйдіру шығыны отынды үнемдеу мақсатында пеш құрылымының өзектілігімен нақтыланады.

2) Оптималды шамаларға дейін кең аралықта $1,5 \text{ мин}^{-1}$ дейін пештің айналым жылдамдығы мен күйдіру зонасындағы қималық өзгерістермен айналмалы пештерді модернизациялау, сондықтан клинкерді күйдіруге жұмсалған отын шығынын төмендетеміз.

3) Жүргізілген патентті зерттеулер нәтижесінде $3,6 \times 150$ айналмалы пеш 38 м ұзындықта $3,6 \times 4 \times 150 \text{ м}$ пеш корпусын өзгерте отырып қайта құрастыра аламыз, сонымен қатар корпусстың айналу жиілігін $0,02416 \text{ с}^{-1}$ арттырып, басты редуктордағы тісше жұптары алмастырылады

4) Жүргізілген есептеулер бойынша жабдықтардың алынған өлшемдерінің жұмыс өнімділігі қамтамасыз етіліп, сыртқы күштерге төзімділігі қанағаттандырылады. Беріктік қоры арқылы сепке алынбаған жүктеме қозғалысы компенсацияланбайды (бүйірлік күштер, бұрау моменті, динамиалық жүктеме және т.б.).

5) Дипломдық жұмысты құрастыру кезінде қабылданған шешімдер техникалық есептемелермен тұжырымданып, МЕСТ пен анықтамалық әдебиеттермен анықталған.

ҚОЛДАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 АО «Central Asia Cement». Технологический процесс производства цемента. ТР 0295798–01.01.2007 г.
- 2 Алексеев Б.Ф. Технология производства цемента. М.: Высшая школа, 1980. 266 с.
- 3 Богданов А.И. Механическое оборудование цементных заводов – М.:Машиностроение, 1995.
- 4 Борщевский А.А. Ильин А.С. Механическое оборудование для производства строительных материалов и изделий – М.: Высшая школа, 1987.
- 5 Банит Ф.Г., Несвижеский О.А. Механическое оборудование цементных заводов – 2–е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1975.
- 6 Федоров Г.Д. Механическое оборудования предприятий вяжущих материалов и изделий из них. Харьков. Издательство «Вища школа» 1986.
- 7 Лоскутов Ю.А. и др. Механическое оборудование предприятий по производству вяжущих строительных материалов. – М.: Машиностроение, 1986.
- 8 Кузьмин А.В., Чернин И.М., Козинцов Б.С. Расчеты деталей машин: Справ. пособие. – Минск: «Вышэйшая школа», 1986. – 400 с.
- 9 Писаренко Г.С., Яковлев А.П., Матвеев В.В. Справочник по сопротивлению материалов. – Киев, «Наукова думка», 1988. –736 с.
Безопасность жизнедеятельности.: Учебное пособие для вузов/ С.В.Белов и др. Под общей редакцией С.В. Белова–2–е изд. М. Высшая школа 1999 – 448 с.
- 10 Козбагаров Р.А., Даулеткулова А.У., Дайнова Ж.Х., Камзанов Н.С. Құрылыс, теміржол машиналары және жабдықтары. Оқу–әдістемелік құрал.- Алматы: ҚазККА, 2015.–305 бет.

ДАТА ОТЧЕТА: 2020-05-15 17:24:08

НАЗВАНИЕ:

Цемент өндірісінде клинкерді жағу аумағында айналдырмалы пештің профилін өзгертіп жаңғырту

АВТОР:

Әден Марғұлан Русланұлы

НАУЧНЫЙ РУКОВОДИТЕЛЬ:

Рустем Козбагаров

ПОДРАЗДЕЛЕНИЕ:

ИМиПИ

ДАТА ЗАГРУЗКИ ДОКУМЕНТА:

2020-05-15 17:22:24

ЧИСЛО ПРОВЕРЕК ДОКУМЕНТА: ⓘ

1

ПРОПУЩЕННЫЕ ВЕБ-СТРАНИЦЫ: ⓘ

■ Уровень заимствований

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



■ Предупреждение и сигналы тревоги

В этом разделе вы найдете информацию, касающуюся манипуляций в тексте, с целью изменить результаты проверки. Для того, кто оценивает работу на бумажном носителе или в электронном формате, манипуляции могут быть невидимы (может быть также целенаправленное вписывание ошибок). Следует оценить, являются ли изменения преднамеренными или нет.

Замена букв	34	показать в тексте
Использование символов из другого алфавита - может указывать на способ обойти систему, поэтому следует установить их использование.		
Интервалы	0	показать в тексте
Количество увеличенного расстояния между буквами (просим определить является ли расстояние инициацией пробела, так как исходно слова могут быть написаны слитно).		
Микропробелы	0	показать в тексте
Количество пробелов с нулевым размером - необходимо проверить влияют ли они на неправильное разделение слов в тексте.		
Белые знаки	0	показать в тексте
Количество символов, выделенных белым цветом, пожалуйста, проверьте не используются ли белые символы вместо пробела, соединяя слова (в отчете подобия система изменяет автоматически цвет букв в черный, чтобы их сделать видимыми).		

■ Заимствования по списку источников

Просмотрите список и проанализируйте, в особенности, те фрагменты, которые превышают КП №2 (выделенные жирным шрифтом). Используйте ссылку «Обозначить фрагмент» и посмотрите, 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 (3,07 %)

Десять самых длинных фрагментов найденных во всех доступных ресурсах.

ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР	НАЗВАНИЕ И АДРЕС ИСТОЧНИКА URL (НАЗВАНИЕ БАЗЫ)	АВТОР	КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИЧНЫХ СЛОВ
1	Қарағанды қаласындағы «Central Asia Cement» АҚ, 3,6х150 м айналымы пешті конструкциясын кемелдендіру арқылы цемент зауытындағы клинкерді жағу цехын жаңартуын жобалау Satbayev University (ИПАУЦ)	Нұрлан С. Е.	205 3,07 %

из базы данных RefBooks (0,00 %)

Все фрагменты найдены в базе данных RefBooks, которая содержит более 3 миллионов текстов от редакторов и авторов.

ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР	НАЗВАНИЕ	АВТОР	КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИЧНЫХ СЛОВ (КОЛИЧЕСТВО ФРАГМЕНТОВ)
------------------	----------	-------	--

ЗАИМСТВОВАНИЙ НЕ НАЙДЕНО

из домашней базы данных (3,07 %)

Все фрагменты найдены в базе данных вашего университета.

ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР	НАЗВАНИЕ	АВТОР	ДАТА ИНДЕКСАЦИИ	ИДЕНТИЧНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ)	
1	Қарағанды қаласындағы «Central Asia Cement» АҚ 3,6х150 м айналмалы пөкті конструкциясын кемелдендіру арқылы цемент зауытындағы клинкерді жағу цехын жаңартуын жобалау Satbayev University (ИПАУЦ)	Нұрлан С. Е.	2017-05-17	205 (1)	3,07 %

из программы обмена базами данных (0,00 %)

Все фрагменты найдены в базе данных других университетов.

ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР	НАЗВАНИЕ НАЗВАНИЕ БАЗЫ ДАННЫХ	АВТОР	ДАТА ИНДЕКСАЦИИ	КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИЧНЫХ СЛОВ (КОЛИЧЕСТВО ФРАГМЕНТОВ)
---------------------	----------------------------------	-------	--------------------	---

ЗАИМСТВОВАНИЙ НЕ НАЙДЕНО

из интернета (0,00 %)

Все фрагменты найдены в глобальных интернет-ресурсах открытого доступа.

ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР	ИСТОЧНИК URL	ИДЕНТИЧНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ)
---------------------	--------------	---------------------------------

ЗАИМСТВОВАНИЙ НЕ НАЙДЕНО