

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ
ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ
ФАРҒОНА ПОЛИТЕХНИКА ИНСТИТУТИ

Қўлёзма ҳуқуқида

УДК 66.078.3 .

ҒАНИЕВА ФЕРУЗАХОН МАШРАББОВНА

**Цемент тегирмонларни камераларига юкланадиган шарларнинг
мақбул ўлчамларини ва туйиш самарадорлигини ўрганиш**

**5A320305-” Кимё саноати ва қурилиш материаллари
корхоналари машина ва аппаратлари”**

Магистр

**академик даражасини олиш учун ёзилган
диссертация**

Илмий рахбар

т.ф.д., проф. ТОЖИЕВ Р.Ж.

Фарғона 2013

АННОТАЦИЯ

Диссертация ишининг предмети цемент тегирмонларни камераларида юкланадиган шарларни мақбул ўлчамларини ва туйиш самарадорлигини тадқиқ қилишдан иборат. Тадқиқот объекти сифатида “Қувасойцемент” ОАЖда қўлланилаётган 2,6х13 метр ўлчамли тегирмонларнинг иш режимлари ўрганилди. Цемент тегирмонларининг моделлари, уларни ишлаб чиқишда эксплуатацион такомиллиги билан бирга бу аппаратларнинг энергетик эффективлигини аниқланди, туйиши жараёнининг хусусиятларини цемент тегирмонларнинг туйиш кўрсаткичларига таъсири масалалари кўриб чиқилган.

Цемент тегирмонларининг ва машиналарни ишончлигини ошириш муамосини хал этиш учун барвақт юз берадиган бузилишларнинг хар бирини келиб чиқиш сабаблари аниқланди ва тахлил қилинди.

Назарий ва тажрибавий изланишлар асосида цемент тегирмонларида туйиш жараёнларинида бўладиган жараёнларини оптималлаштириш усуллари таклиф қилинган. Қурилиш материаллари ишлаб чиқариш корхоналарга цемент тегирмонларининг ишлатишда уларни эксплуатация қилиш ва ишчи технологик характеристикалари бўйича маълумотлар таклиф қилинган.

Диссертация кириш, 4 та боб, 17 та параграф, хулоса ва таклифлар, фойдаланилган адабиётлар руйхати ҳамда иловалардан иборат.

МУНДАРИЖА

Кириш.....	5
1-боб. Цемент тегирмонлари.....	10
1.1. Цемент ишлаб чиқариш технологиялари.....	10
1.2. Тайёр клинкердан цемент олиш технологияси.....	13
1.3. Туйиш машиналарининг таснифи.....	14
1.4. 1-боб бўйича хулосалар.....	19
2-боб. Цемент тегирмонларининг конструкциялари.....	20
2.1. Тегирмонлар тузилмалари.....	20
2.2. Барабанли тегирмонлар конструкцияларининг тузилишлари.....	22
2.3. Тегирмоннинг айланиш тезлиги аниқлаш.....	29
2.4. Шарларнинг барабан ичида ҳаракатланиш йўли.....	35
2.5. 2-боб бўйича хулосалар.....	38
3-боб. Цемент тегирмонлари асосий элементларини ҳисоблаш.....	39
3.1. Тегирмоннинг асосий параметрларини ҳисоблаш.....	39
3.2. Тегирмон цапфаси болтлари ҳисоби.....	44
3.3. Муфталар ҳисоби.....	49
3.4. 3-боб бўйича хулосалар.....	51
4-боб. Туйиш жараёнларининг таҳлили.....	52
4.1. Туйиш самарадорлигини ошириш усуллари.....	52
4.2. Цемент тегирмонинг цапфасини эксплуатация қилиш.....	55
4-боб бўйича хулосалар.....	

КИРИШ

Диссертация мавзусининг асосланиши ва унинг долзарблиги.

Президентимиз Ислам Каримов 2011 йилнинг асосий якунлари ва 2012 йилда Ўзбекистонни ижтимоий-иқтисодий ривожлантиришнинг устувор йўналишларига бағишланган Вазирлар Маҳкамаси мажлисидаги маърузасида таъкидлаганидек, ўтган йили мамлакатимизда ялпи ички маҳсулотнинг ўсиш суръати, кутилганидек, амалда 8,3 фоизни ташкил этди, 2000-2011 йиллар мобайнида ялпи ички маҳсулот ҳажми 2,1 баробар ошди. Мазкур кўрсаткич бўйича Ўзбекистон дунёнинг иқтисодиёти жадал ривожланаётган мамлакатлари қаторидан жой олди [1].

“Ўзқурилишматериаллари” АК корхоналари томонидан ишлаб чиқарилган қурилиш материаллари ҳажми 2011 йил якунлари бўйича 1,036 трлн. сўмликни ташкил қилди. «Народное слово» газетасининг хабар беришича, 2011 йилда Ўзбекистонда 6,7 млн. тонна цемент, 124 млн. дона шифер, 346 млн. дона қурилиш ойна буюмлари ва 72 млн. дона девор материаллари ишлаб чиқарилган.

Саноат ишлаб чиқаришида материалларни жуда майда заррачаларга туйиш яъни, порошоксимон ҳолатга келтириш турли туйиш агрегатлари ёрдамида амалга оширилади. Ҳозирда шарли, стерженли, қувурсимон тегирмонлар, ўртаюрар роликли ва валикли тегирмонлар, ролик маятникли, аэробил, шахтали, вибрацияли, струяли, шарсиз туювчи тегирмонлар агрегатларидан фойдаланилади.

Туйиш жараёни аниқ бир технологик талабларга биноан амалга оширилади. Масалан, цемент саноатида хом ашё туйиш жараёнининг вазифаси клинкер ҳосил бўлиши жараёнида материалнинг реакцион хоссаларини ошириш мақсадида унинг юзасининг кўпайтиришдан иборатдир.

Шунингдек, клинкер ва қўшимчалар цементнинг маълум бир солиштирма юзаси билан характерланадиган физик-техник хоссаларига эришишни таъминлаш учун туйилади.

Мамлакат иқтисодиётида туйиш жараёнининг ахамияти бекиёс. Айниқса қурилиш материаллари ишлаб чиқариш, металлургия ва тоғ-кон саноатида ҳар йили миллионлаб тонна ҳам ашё туйилади. Лекин туйиш техникасининг эффективлиги мукаммал эмас. Чунки туйиш технологияси жуда паст самарали бўлиб, уни такомиллаштириш энг долзарб муаммолардан бири бўлиб қолмоқда. Туйиш жараёнига сарфланаётган энергия 1 % га яқинигина тўғридан-тўғри туйишга, қолган қисми (99 %) эса иссиқлик ва шовқинга сарфланиб келинмоқда. Шу сабабли бу соҳада эришилган ҳар қандай ўсиш кўплаб иқтисодий самара бериши шубҳасиздир. Бу эса ўз навбатида туйиш назариясини пухта ўрганишни ва таҳлил эта билишни талаб қилади. [2]

Ҳозирги кунда кимё, қурилиш материаллари ишлаб чиқариш ва турдош саноатларда ҳам ашё ва материалларни туйиш амалга оширилади. Айниқса қурилиш материалларидан цемент ишлаб чиқаришда клинкерни ва ҳам ашёни туйиш учун жуда катта энергия сарфланади. Мисол учун 2,6х13 м ўлчамли шарли тегирмонда 1 тонна клинкерни туйиш учун 28-32 кВт атрофида электр энергияси сарф бўлади. Бу муаммони ҳал қилиш долзарб масала бўлиб, магистрлик диссертацияси олдида турган асосий мақсад туйиш жараёни учун сарф бўлаётган энергияни камайтириш бўлиб, цемент тегирмонларни камераларида юкланадиган шарларни мақбул ўлчамларини ва туйиш самарадорлигини ўрганишдан иборат.

Тадқиқот объекти ва предметининг белгиланиши. Ҳозирги кунда интернет маълумотлари ва адабиётлар таҳлили шуни кўрсатадики, саноатнинг барча тармоқларида цемент тегирмонларни ишлатиш алоҳида эътибор талаб қилинадиган муъаммо бўлиб келяпти. Ишлаб чиқариш корхоналарининг технологик схемаларини таҳлил қилганимиз шуни кўрсатадики , цемент тегирмонларда туйиш жараёнларини амалга

ошириш учун асосан маънавий эскирган аппаратлар ишлатилмоқда. Диссертация ишининг предмети цемент тегирмонларни камераларида юкланадиган шарларни мақбул ўлчамларини ва туйиш самарадорлигини тадқиқ қилишдан иборат. Тадқиқот объекти сифатида “Қувасойцемент” ОАЖда қўлланилаётган 2,6х13 метр ўлчамли тегирмонларнинг иш режимлари ўрганилди.

Курилиш материаллари ишлаб чиқриш саноатининг асосий мақсади - табиий ва сунъий хом ашёларнинг энг тежамли ва экологик жиҳатдан тоза усуллари ёрдамида уларни қайта ишлаб, керакли материаллар ҳамда маҳсулотлар олишдан иборат. Замонавий қурилиш материаллари ишлаб чиқриш саноати табиий ва техника фанларининг ютуқларига асосланиб, физик ва кимёвий жараёнлар, машиналар ва қурилмаларнинг бирлигини, саноат миқёсида турли моддалар, маҳсулотлар, материаллар ва буюмларни ишлаб чиқариш технологик жараёнларини энг қулай йўллар билан энг юқори самарадорли қурилмаларда олиб боришни тақозо этади.

Тадқиқот мақсади ва вазифалари. Замонавий тегирмонлар қатор талабларга жавоб бериши керак, яъни юқори фойдали иш коэффициентига ва қувватга эга бўлиш, жуда ишончли бўлиши, ўлчамлари катта бўлмаслиги, солиштирма электр энергияси сарфи кам бўлишини талаб этади.

Тадқиқотнинг асосий масалалари ва фаразлари. Изланиш объектлари сифатида Фарғона политехника институтининг «Технологик машиналар ва жихозлар» кафедрасида цемент тегирмонларининг моделлари, уларни ишлаб чиқишда эксплуатацион такомиллиги билан бирга бу аппаратларнинг энергетик эффективлигини аниқлаш, туйиши жараёнининг хусусиятларининг цемент тегирмонларнинг туйиш кўрсаткичларига таъсири масалалари танланган.

Тадқиқотларда қўлланилган услубларнинг қисқача тавсифи. Изланишлар кафедра лабораториясидаги цемент тегирмонларининг моделларида туйиш жараёнларининг моделларида амалга оширилган.

Назарий ва тажрибавий изланишлар кимё, физика, математика, физик кимё, гидравлика ва бошқа фанларнинг фундаментал қонун ва усулларига асосланган. Изланишлар ўтказишда ахборот манбаси бўлиб патент ахборот манбалари, туйиши жараёнлари бўйича маҳаллий ва чет эл олимларининг илмий ишлари, ҳамда цемент тегирмонларининг тузилмаларини ишлаб чиқиш, ишчи параметрларини ўрганиш ва уларни қўллаш бўйича илмий ва амалий ишлар хизмат қилди.

Тадқиқот натижаларининг назарий ва амалий аҳамияти. Цемент тегирмонларининг ва машиналарни ишончлигини ошириш муамосини хал этиш учун барвақт юз берадиган бузилишларнинг ҳар бирини келиб чиқиш сабабларини аниқлаш ва таҳлил қилиш зарур бўлади. . Республикамиздаги саноат корхоналарида ва цемент, охак, гипс ишлаб чиқариш заводларидаги туйиш машиналари фойдаланиб келинмоқда. Диссертация ишининг асосий моҳияти ва унда келтирилган илмий яқинликлар туйиш тегирмонлари учун жуда катта амалий аҳамиятга эга.

Назарий ва тажрибавий изланишлар асосида цемент тегирмонларида туйиш жараёнларинида бўладиган жараёнларини оптималлаштириш усуллари таклиф қилинган. Қурилиш материаллари ишлаб чиқариш корхоналарга цемент тегирмонларининг ишлатишда уларни эксплуатация қилиш ва ишчи технологик характеристикалари бўйича маълумотлар таклиф қилинган.

Тадқиқотнинг илмий янгилиги. Ҳимояга диссертация ишини бажариш жараёнида олинган қуйидаги илмий натижалар чиқарилмоқда:

- цемент тегирмонларини ишлатиш жараёнларини ишлаб чиқаришга жорий этилишидан келиб чиққан асосий муаммолар, ютуқлар ва камчиликлар таҳлили;

Ишнинг эълон этилиши. Ишнинг асосий моҳияти 4 та маъруза тезисларида эълон қилинди. Олинган асосий натижалар қуйидаги илмий-анжуманларда эълон қилинган:

Диссертация таркибининг қисқача тавсифи. Диссертация кириш, 4 та боб, 17 та параграф, хулоса ва таклифлар, фойдаланилган адабиётлар руйхати ҳамда иловалардан иборат.

1-БОБ. ЦЕМЕНТ ТЕГИРМОНЛАРИ.

1.1. Цемент ишлаб чиқариш технологиялари.

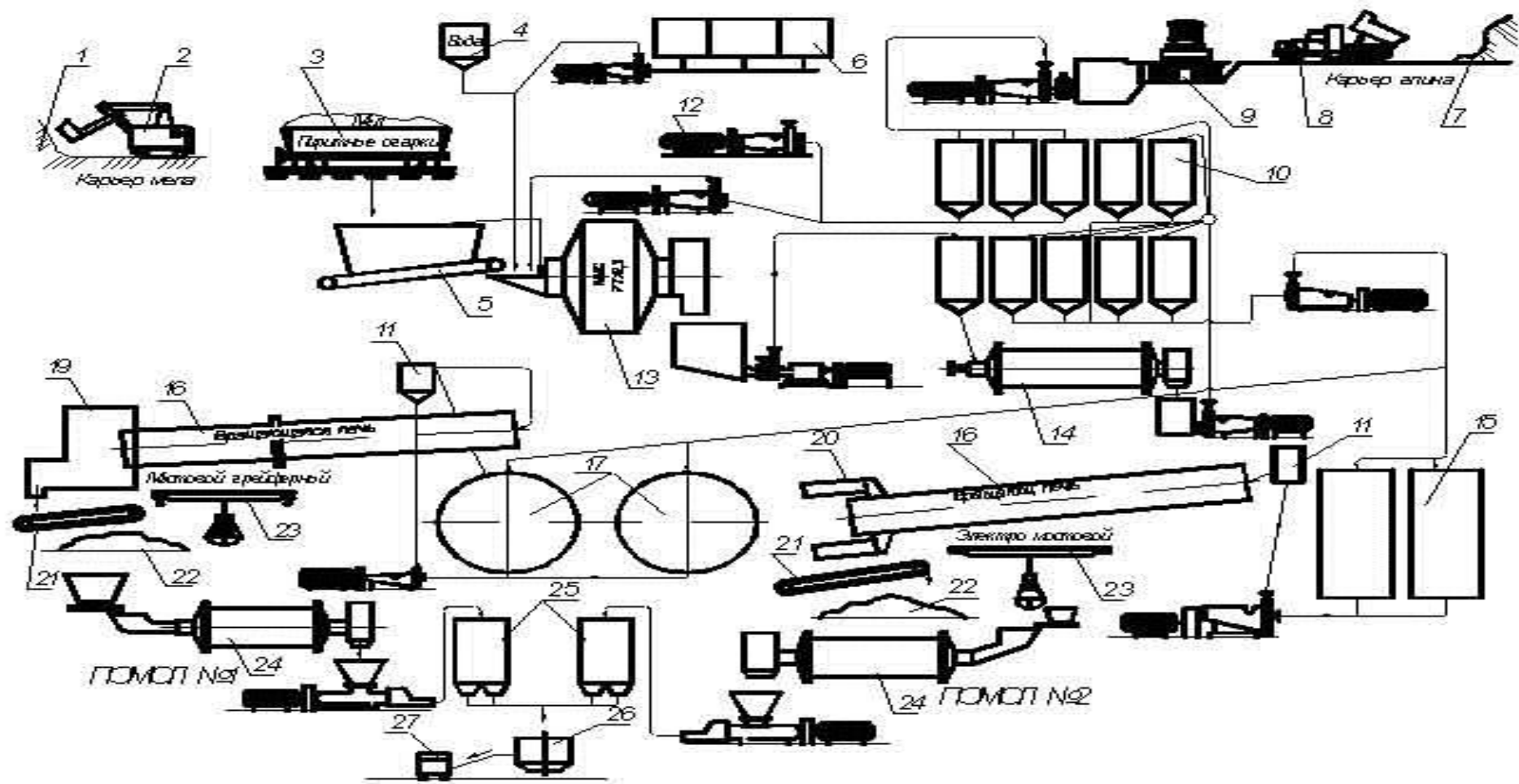
Цемент етиштириш қуйидаги технологик жараёнлардан ташкил топади: хом-ашё аралашмасини тайёрлаш ва уни куйдириш; куйдирилган маҳсулотни кукун қилиб туйиш. Цемент етиштиришда иккита асосий усул қўлланилади: хўл ва қуруқ усуллар. Ундан ташқари “Ярим қуруқ” деб номланувчи усулдан ҳам фойдаланиш мумкин.

1.1-расмда цемент етиштиришнинг хўл усули технологик схемаси келтирилган. Бу усул бўйича хом-ашё аралашмаси сув билан бирга тайёрланади ва сўнг айланма печларда куйдирилиб, клинкер олинади. Олинган клинкер гипс ва минерал қўшимчалар билан бирга цемент тегирмонларида туйилади ва тайёр маҳсулот-цементга айлантирилади.

Ўзбекистонда ишлаётган тўртта цемент заводлардан учтасида (Охангарон, Қувасой ва Бекобод шаҳарларида) цемент етиштириш хўл усулда амалга оширилади, Навоий шаҳридаги заводда қуруқ усул қўлланилади.

Цемент етиштиришда асосий технологик агрегат сифатида айланма печлар хизмат қилади. Хўл ёки қуруқ усулда цемент етиштиришни амалга оширишда хом-ашёнинг таркибидаги намлигидан, хом-ашёнинг агрегат ҳолатидан келиб чиққан ҳолда айланма печлар ўз хусусиятларига эга.

Печлар корпусининг тузилиши жихатидан икки хил бўлади: диаметри бутун узунлиги бўйича ҳар жойида ҳар хил бўлган печлар ва айрим зоналари кенгайтирилган печлар. Пиширилаётган материал печнинг кенгайтирилган зонасида кўпроқ вақт туриши мумкин, бунинг натижасида материал билан газлар ўртасида иссиқлик алмашиши яхшиланиб, печнинг иш унумдорлиги ошади.



1.1-расм. Цемент етиштиришнинг хўл усули схемаси.

1.1-расмда берилган технологик схеманинг тахлили: 1,7-хом –ашё каръери, 2- экскаватор, 3,8-транспорт, 4,11- сув баклари, 5- конвейер, 6- шлам аралаштиргич, 9 –лой аралаштиргич, 10,15,17 – шлам бассейнлар, 13- “Гидрофол” тегирмони, 14- хом –ашё тегирмони, 16- айланма печлар, 19,20- совутгичлар, 21-таъминлагич, 22-склад, 23- кран –дозаторлар, 24- цемент тегирмони, 25-цемент силослари, 26-қоплаш қурилмаси, 27- темир йўл транспорти.

Печнинг корпуси махсус бандаж воситасида таянч роликларга таянади, роликлар ўқи эса сирпаниб ишлайдиган вазмин подшипникларга таянган бўлади. Печнинг таянчлари оғирликни ўзига қабул қиладиган бир жуфт роликли вазмин пўлат корпуслардан иборат; уларнинг сони печнинг узунлигига қараб ҳар хил бўлади; таянчларнинг роликлари темир бетон пойдеворга ўрнатилади.

Корпусни ташкил этувчи пўлат обечайкалар қуйидаги турларга ажратилади: оддий обечайка, бандажости обечайкаси ва рекуператорости обечайкаси. Бандаж ости ва рекуператорости обечайкаларига кўп оғирлик тушади; шунга кўра улар оддий обечайкага нисбатан 1,5-2 барабор қалинрок қилиниб, яъни қалин пўлат листдан ясалади. Печнинг материал пишиб, зарралар бир-бирига кўшилиб кетадиган зонасидаги обечайкалар айникса мустаҳкам бўлмоғи лозим. Печ корпуси айланасини камардек ўраб олган пўлат бандажларнинг кўндаланг кесими ҳамма жойида тўғри тўртбурчак шаклидадир. Бандажлар ўлчами корпуснинг ўлчамига қараб белгиланади. Катта диаметрли печ бандажи ярим халкалар шаклида тайёрланади, кейинчалик халкалар корхона майдончасида пайвандланади. Бандаж кенглиги таянч роликларга нисбатан 40-80 мм камрок бўлади. Бандажлар печ корпусига қандай усулда бириктиришига қараб, эркин ўтказиладиган бандажлар ва қимирламайдиган даражада маҳкам бириктириладиган бандажларга ажратилади.

1.2. Тайёр клинкердан цемент олиш технологияси.

Цемент ишлаб чиқаришида материалларни жуда майда заррачаларга бўлиш яъни, порошоксимон ҳолатга келтириш турли туйиш агрегатлари ёрдамида амалга оширилади. Ҳозирда цемент ишлаб чиқариш корханаларида шарли, стерженли, қувурсимон тегирмонлар, роликли ва валикли тегирмонлар, шарсиз туювчи тегирмонлардан фойдаланилади.

Цемент ишлаб чиқариш саноатида ҳам ашё туйиш жараёнининг вазифаси клинкер ҳосил бўлиши жараёнида материалнинг реакцион хоссаларини ошириш мақсадида унинг юзасининг кўпайтиришдан иборатдир.

Бундан ташқари, цементнинг маълум бир солиштирма юзаси билан характерланадиган физик-техник хоссаларига эришишни таъминлаш учун клинкер ва қўшимчаларни туйилади. Материалларни порошок шаклида майдалаш, яъни туйиш турли хил туйиш қурилмалари ва агрегатлари ёрдамида амалга оширилади.

Туйишнинг асосий вазифаси материалларнинг юзасини кўпайтириш бўлиб, масалан цемент ишлаб чиқаришда клинкер ҳосил бўлиши учун реакциялар тезлашади, ёқилғи сарфи камаяди. Шунга қарамадан материалларни туйиш учун энергия сарфи жуда юқори.

Барабанли тегирмонларда материаллар айланувчи ёки титровчи барабанларга юкланган шарлар ёрдамида туйилади ёки материал барабанга ўрнатилган мосламаларга зарб билан урилиб ўз-ўзидан туйилади.

Ўрта юрар тегирмонларда материал валик ёки роликларнинг ишчи юзаларида сиқилиш ва сидириш орқали туйилади. Шу тегирмонлар туркумига кирувчи ролик маятникли тегирмонда эса материал марказдан қочма куч таъсирида тегирмон деворларида ҳаракатланувчи роликлар орасида туйилади.

Зарбий тегирмонларда материал шарнирлар орқали ёки қаттиқ маҳкамланган болғалар ёки ургичлар ёрдамида эзилади, тайёр маҳсулот ҳаво оқими ёрдамида ажратиб олинади. Струяли тегирмонларда материал ҳаво босими остида тегирмон деворларига урилиши натижасида туйилади.

1.3. Туйиш машиналарининг таснифи.

Барабанли шарли тегирмонларда материал барабаннинг ички қисмида шарлар ёрдамида туйилади. Барабаннинг айланиши натижасида шарлар ва туюлувчи материал бўйлаб айлана кўринишида ҳаракатланади (1.2-расм). Майдаланувчи материал шарларнинг сидириши ва зарби таъсирида бўлади ва туйилади.

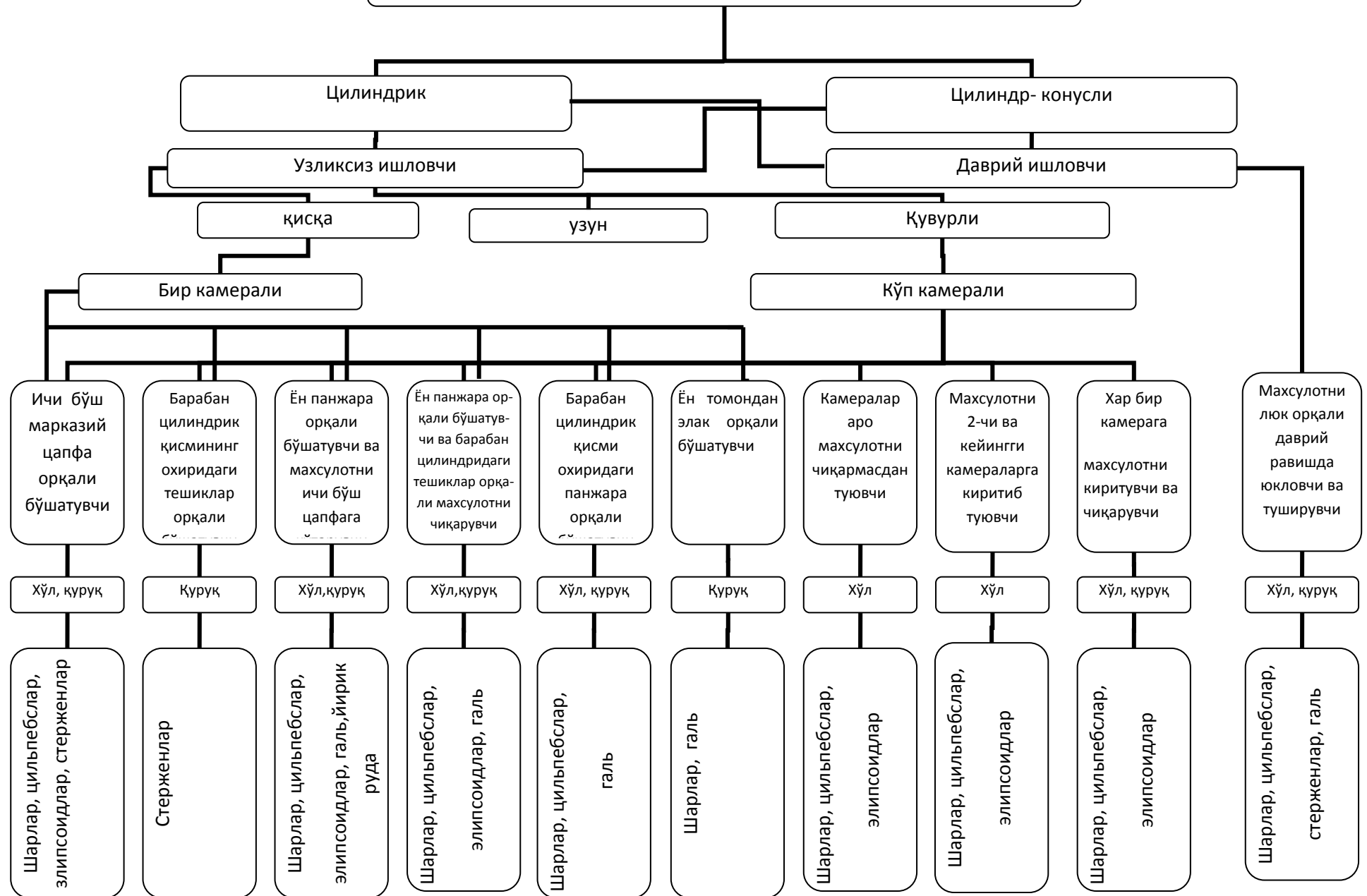
Барабанли тегирмонлар ишлаш режими бўйича қуйидагича классификацияланади:

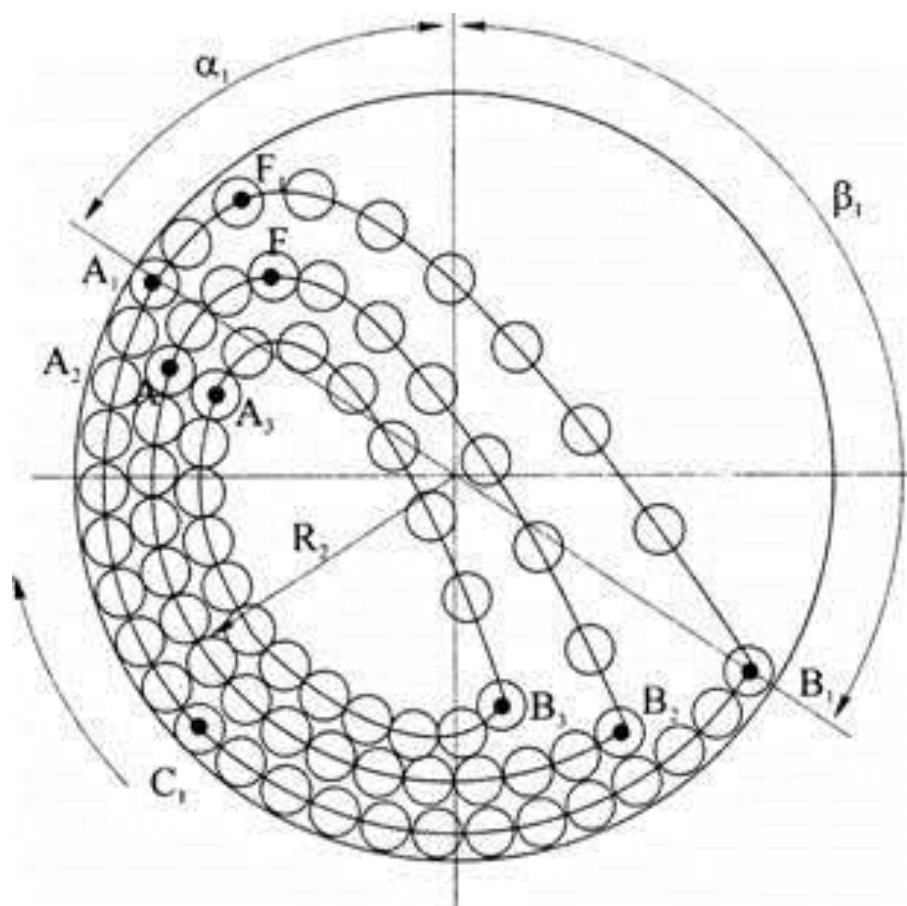
- даврий ва тўхтовсиз ишлайдиган туйиш усули бўйича;
- қуруқ ва ҳўл усулда ишлаш характери бўйича;
- очиқ цикли ва ёпиқ цикли майдаловчи элементининг формаси бўйича;
- шарли, стерженли ва ўзи майдаловчи туйилган маҳсулотни тушириш усули бўйича;
- механик ва пневматик юклаш ва тушириш қурилмасининг конструкцияси бўйича;

Барабанли тегирмонлар конструкциясининг тузилиши бўйича жуда содда, ишлатишга қулай. Лекин бу тегирмонларнинг қуйидаги камчиликлари мавжуд:

- майдаловчи жисмларнинг ҳаракатланиш тезлиги жуда кичик ;
- барабаннинг ишчи юзасидан тўлиқ фойдаланиб бўлмайди (35-45%);
- энергия сарфи жуда юқори (35-40 кВт).

Айланувчан барабанли тегирмонлар





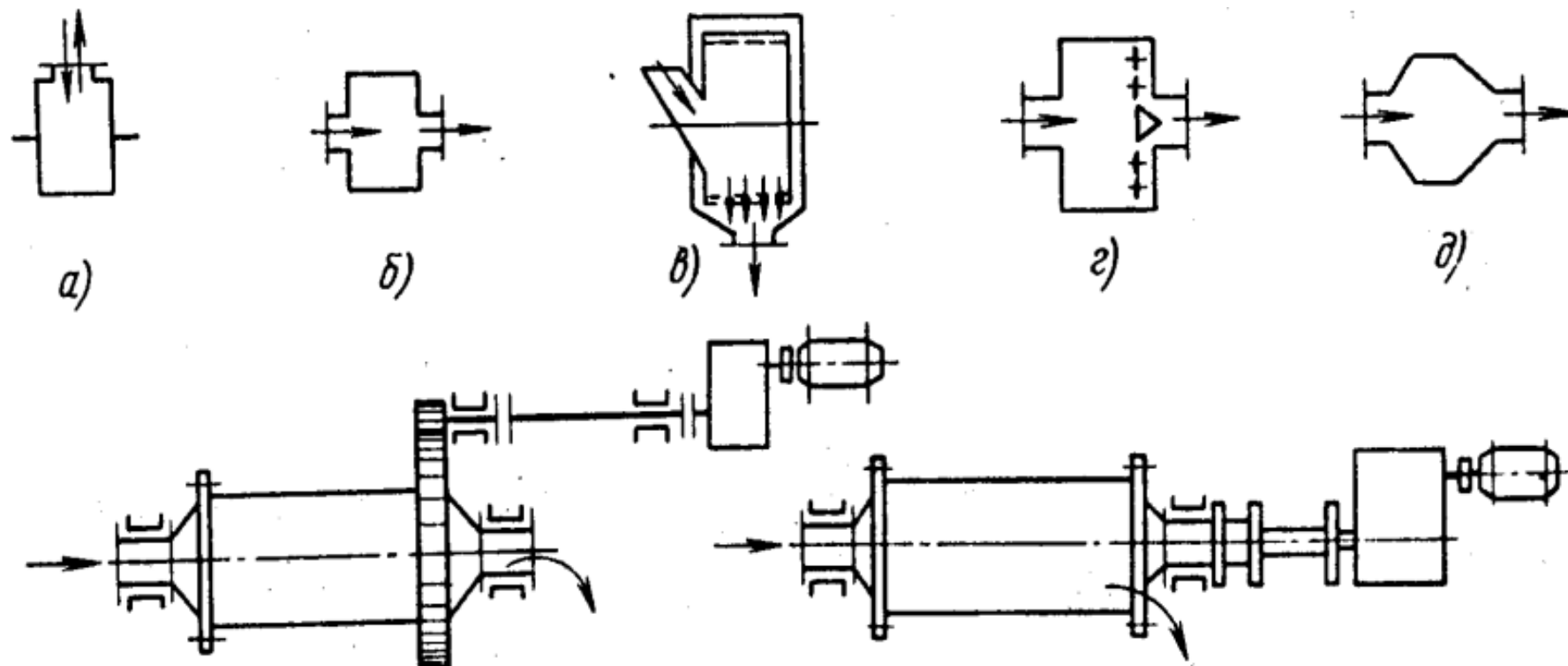
1.2-расм. Барабанли тегирмонларда шарларни ҳаракатланиши схемаси.

Барабанли тегирмонларнинг кўринишлари 1.3-расмда кўрсатилган, техник тавсифлари эса 1-жадвалда келтирилган.

Барабанли тегирмонлар ва уларнинг турлари. Саноатнинг кўп тармоқларида узлуксиз ишлайдиган хўл ва қуруқ усулда ишловчи тегирмонлар кенг қўлланилади. Бу тегирмонлар очик ва ёпик циклда ишлайди.

Хўл усулда ишловчи тегирмонлардан материалнинг маълум бир қисми туйилмаган ҳолатда чиқади. Шунинг учун материал сепараторларга юборилиб, туйилмаган қисми ажратилади ва қайта тегирмонга ташланади. Бундай схемада ишловчи тегирмонларнинг самарадорлиги ва иш унумдорлиги юқори.

Даврий ишловчи тегирмонлар сопол ишлаб чиқаришда тупроқ ва глазурларни туйиш учун ишлатилади. Қисқа барабанли тегирмонлар



1.3-расм. Барабанли тегирмонларнинг асосий схемалари.

а-даврий ишловчи, б-тўхтовсиз ишловчи, в-периферияли тушурувчи, г-тушириш панжара орқали, с-конус барабанли, е-ж-периферияли ва марказий юритмали.

Тегирмонларнинг техник тавсифи.

1-жадвал.

Кўрсаткичлар	Шарли			Трубали						Ўз-ўзидан майдаловчи				
	Гидрофол													Аэрофол
	Барабаннинг диаметри X узунлиги, DxL, м													
	0,9х 1,8	1,5х 1,6	1,5х 3	2х 10,5	2,6х 13	3,2х 15 8,5	3,2х 15	4х 13,5	4,2х 10	5х 2,3	7х2,3	9х3	9,7х 3,2	
Иш унумдорлиги	5,4	6	18	18	26	50	76	120	130	240	400	–	260	
Барабаннинг айланишлар частотаси, айл/мин	39	28	25	20,8	17,6	18,7	16,3	16,2	16,5	15,5	13,0	12	9,6х 12,4	
Бош электр моторининг қуввати, кВт	22	55	100	500	1000	1250	2000	3200	2000	630	1600	3900	2х 2000	
Массаси (электр қурилма ва шарсиз, Т	5	13	21	97	254	215	357	486	329	194	403	500	740	
Майдаловчи жисм массаси Т	2,3	4,8	10,5	32	80	85	140	226	140	–	–	–	–	

шарли тегирмонлар дейилади. Узунлиги диаметридан 4-5 марта узун булган тегирмонлар трубали тегирмонлар дейилади. Тегирмонларнинг техник тавсифи 1-чи жадвалда келтирилган.

Ўлчами 1,5x5,6 м булган тегирмон руда ва қурилиш материалларини қуруқ усулда туяди. Ўлчами 2x10,5 ва 2,6x13 м -ли трубали тегирмонлар очик циклда керакли ўлчамгача қуруқ ва хўл усулда туяди.

3,2x8,5 м ўлчамли тегирмон юмшоқ хом-ашёларни очик циклда хўл усулда туяди ва шу билан биргаликда агар ёпиқ цикл бўлса туйилган материални қуритади.

Ўлчами 3,2x15 м трубали тегирмон хом-ашёларни хўл усулда очик ва ёпиқ циклда туяди , 4x13,5 м ўлчамли тегирмон эса клинкер ва қўшимчаларни туйишга мўлжалланган. Бу тегирмон хўл ва қуруқ усулда ишлаши мумкин.

1.4. 1-бобга ҳулосалар.

1. Бу бобда цемент ишлаб чиқаришнинг технологик чизиги кўриб чиқилди ва ундаги шарли тегирмонларнинг ўрни ўрганилди.

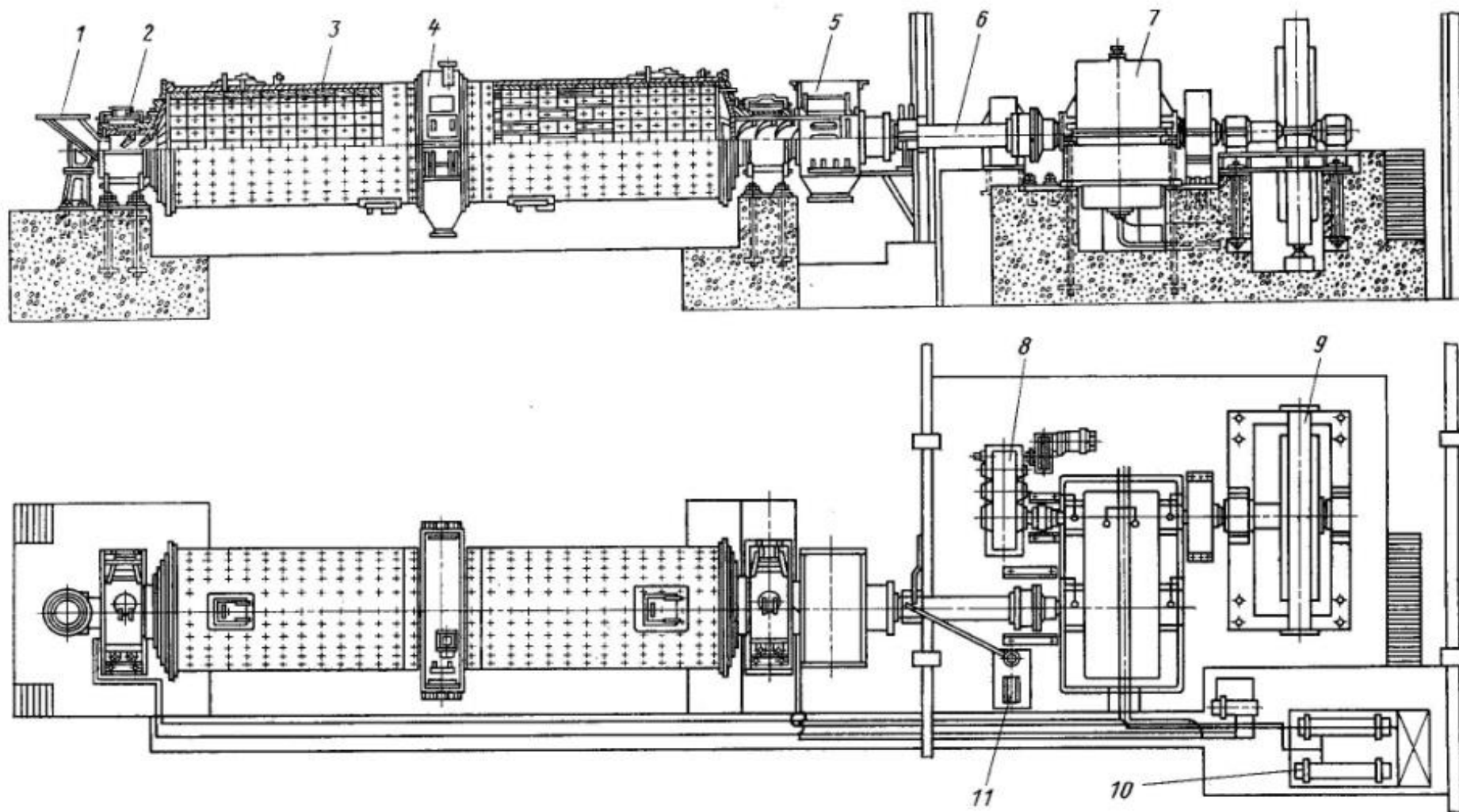
2. Тегирмонларнинг турли ҳил турлари таҳлил қилинди ва цемент ишлаб чиқариш учун ишлатиладиган тегирмонлар аниқланди.

2.БОБ. ЦЕМЕНТ ТЕГИРМОНЛАРИНИНГ КОНСТРУКЦИЯЛАРИ.

2.1. Тегирмонлар тузилмалари.

Барабанли тегирмонлар конструкцияларининг тузилишлари кўп жихатдан ўхшаш. 2.1 - расмда ўлчами 3,2x15 м бўлган икки камерали тегирмон кўрсатилган. Тегирмон барабани 3, подшипниклар 2 га ўрнатилган бўлиб, айланма ҳаракатни электр мотори 9 дан редуктор 7 -га боғланган ўрта вал 6 -дан олади. Материал барабанга юклаш қурилмаси 1 орқали узатилади. Тайёр маҳсулот эса тушириш қурилмаси 5 орқали чиқарилади. Барабаннинг ўрта қисмига юқловчи ва туширувчи камералараро секция 4 ўрнатилган, тегирмон марказий мойлаш системаси 10 билан жиҳозланган бўлиб, редуктор ва подшипникларга техник хизмат кўрсатади. Таъмирлаш ишларини амалга ошириш учун ёрдамчи юритма 8 дан фойдаланилади. Ҳароратни пасайтириш учун камерага қурилма 11 орқали сув юборилади. Барабанли тегирмон таналари пўлат варақларни пайвандлаш йўли билан тайёрланади.

Барабаннинг ички юзаси емирилишга чидамли пўлатлар билан шовқинни сўндирувчи тагликлар орқали ўрнатилади. Барабан ичидаги тегирмонга тушган материалларни зарб кучи билан янчади ва ишқалаб эзади. Барабан корпуси айланаётган вақтда шарлар ишқаланиш кучи ва барабан деворчалари ҳосил қилган марказдан қочирувчи куч таъсирида тепага чиқади ва муайян баландликдан материал устига зарб билан тушиб, уни янчади, эзади. Материал тегирмонга узлуксиз равишда тушиб турганлигидан табиий равишда сиқилиб, барабан деворчаси бўйлаб сурилади. Материал ҳўл усулда туйилганда уни суюқлик эргаштириб олиб кетади. Қуруқ усул қўлланилганда барабан ичидаги туйилган материални ҳаво, материални туйиш ва қуриштиш жараёнлари бирлаштирилган ҳолларда эса ҳосил бўлган газлар суриб чиқаради. Шарли тегирмонлар



2.1.-расм. Ўлчами 3,2х15 м - ли икки камерали трубади тегирмон.

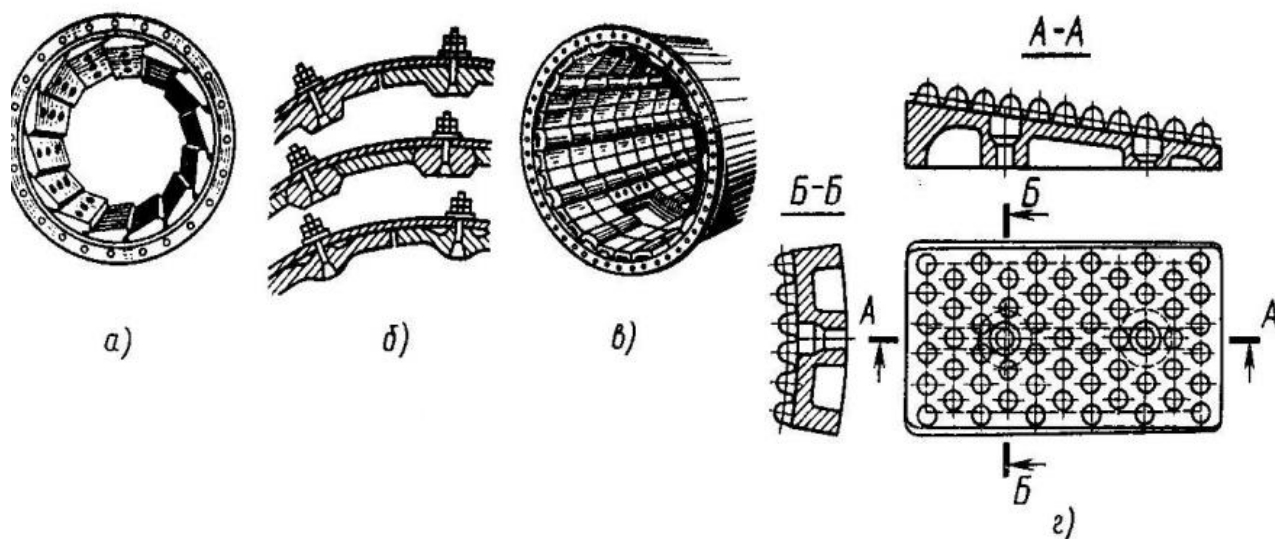
ёкилғи (кўмир, сланец)ни туйиш учун, шунингдек, хом ашёни курук усулда туйиш ҳамда қуритиш учун мўлжалланган; қувурли тегирмонлардан эса клинкерни майдалаш ҳамда хом ашёни хўл ва курук усулда туйиш мақсадида фойдаланилади. [3,5,17]

2.2. Барабанли тегирмонлар конструкцияларининг тузилишлари.

Қувурли тегирмоннинг корпуси ғовак цапфалардан айланадиган ва ичига зирҳ қопланган барабандан иборат. Барабаннинг туйнук ва тешиклари бор. Унинг туби (қопқоғи) цапфалар билан яхлит қилиб қўйилган ва тегирмон корпусига болтлар ёрдамида бириктирилган. Барабан деворчаси ва цапфаларнинг қалинлиги 100-200 мм, диаметри 900-1400 мм. Тоза ишланган юзали цапфалар пойдеворга ўрнатилган вкладишли подшипникларга таянади. Тегирмон, шарлар ва туйиладиган хом ашёнинг оғирлиги цапфали подшипникларга тушиб туради, уларга бундан ташқари, тегирмон айланганда ҳосил бўладиган марказдан қочирма куч ҳам таъсир этади. Подшипникнинг қисмлари (корпуси, қопқоқлари, пойдевор тошплиталари) чўяндан қуйиб ясалади, пўлат вкладишларга баббит қуйилади, баббит қатламининг қаланлиги 12-15 мм бўлиши лозим. Вкладиш (ичкўйма)ларнинг ёпиқ доирасимон ариқчасида совутувчи сув айланиб юради. Цапфага сурков мойлари (суюқ мой) тинимсиз куч билан юбориб турилади, у шунингдек мойлаш ҳалқасидан ҳам боради. Пойдевор тошплитасига ўрнатилган подшипник корпусини тўртга созлаш винти ёрдамида силжитиш мумкин. Подшипникка ТЭП=23IV маркали иккита термодатчик ўрнатилади. Улардан бири баббитнинг 65⁰С гача қизиганлигидан дарак беради, иккинчиси эса вкладишнинг баббит қатлами 80⁰С гача қизиб кетган холларда тегирмонни тўхтатади. Нормал шароитда ишлатилганида вкладишларнинг баббит қатлами 10 йилдан кўпроққа

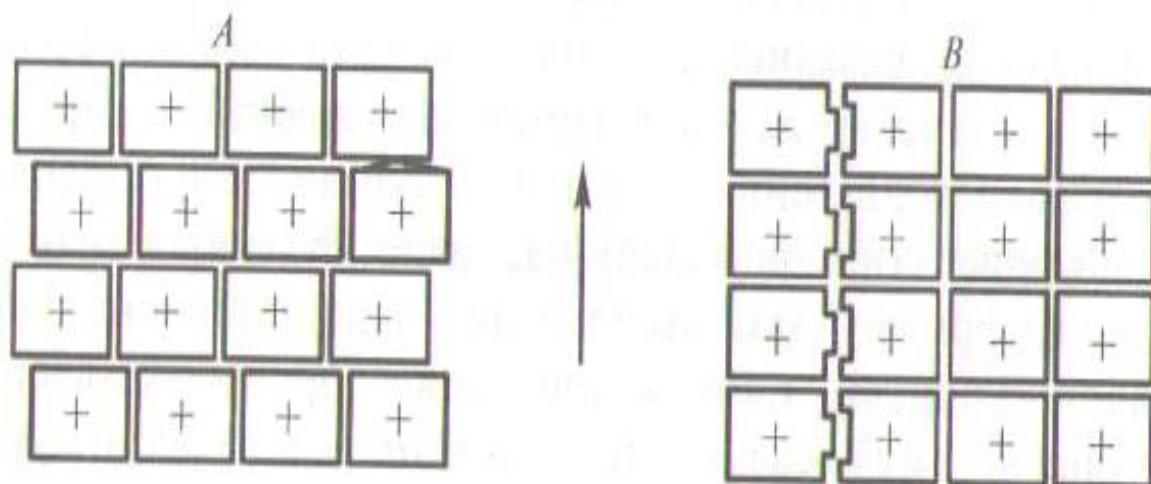
чидайди. Тегирмон корпусининг ички юзаси ейилмаслиги учун унга 40-50 мм қалинликда (барабан ичига бўйламасига ва корпус тубига кўндалангига) зирх плиталар қопланади. Зирх плиталар силлик, шаклан тўлқинсимон, поғонали, муштчали бўлиши мумкин. Шарларнинг корпус деворчаси билан тишлашиш даражаси девор юзасига қопланган зирх плиталарнинг шаклига боғлиқ бўлиб, тегирмон айланганда уларнинг кўтарилиш баландлиги ва материални янчиш қуввати шунга яраша ўзгаради. Зирх қатлами билан шарлар ўртасидаги ишқаланиш коэффицентиға қараб зирх плитанинг шаклиға баҳо берса бўлади. Айрим тадқиқотларда тўлқиннинг баландлиги шарплита диаметриға тенг қилиб олинган тўлқинсимон зирх плита ҳаммадан яхшироқ натижа беради, деган фикрлар ҳам айтилмоқда. Хар бир зирх плита тегирмон кўрпусига битта ёки иккита болт билан бириктирилади.

Тегирмоннинг 1чи камераси қаблуқли плиталар билан қопланади (2.2. - расм) 2 чи камера эса поғонали ёки тўлқинли плиталар билан қопланади.



2.2. - расм. Қоплама плиталар профили. а-поғонали, б, в-тўлқинли болтли ва болтсиз бириктираладиган, г-каблукли.

Зирҳ плиталарни шундай жойлаш керакки, токи улар орасидаги тирқишлар корпус бўйлаб йўналган тирқиш – тўғри чизик, корпусга нисбатан кўндаланг жойлашган тирқиш эса илонизисимон эгри-бугри чизик ҳосил қилади (2.3-расм). Шундай қилинса, тирқишга тушиб қолган материал корпусни ейилтирмайди.



2.3-расм. Зирҳ плиталарининг тегирмонда жойлашиши. А- чоки кўндаланг шаклдаги жойлашуви, Б- чоки тўғри кўндаганг жойлашуви.

Зирҳ плита корпусга жипс ва жуда мустаҳкам бириктирилмоғи лозим тегирмоннинг ички юзасига қоплаш вақтида қўйиладиган жиддий талаб ана шундан иборат, чунки зирҳ плита корпусдан ажраб кетса, тегирмон тўхтаб қолади, болтлар тушиб турадиган тешиклардан ўтаётган кукун ёки суюқлик ишхонани ифлослайди. Зирҳ плитанинг корпусига ёпишиб туришини таъминлаш учун унинг корпусига тегиб турадиган думбок юзасида одатда ўтказиш чиқиқлари ҳосил қилинади, бу чиқиқлар зирҳ плита бўйлаб унинг нақ четларида жойлашмоғи лозим. Зирҳ плиталар товуш ўтказмайдиган резина қистирмалар устидан ўрнатилади. Корпусга зирҳ қоплаш сермехнат жараён бўлиб, камчиликлардан холи эмас; бу камчиликлар шундан иборатки, иш вақтида болтлар қийшайда (шакли

ўзгаради), гайкалар ўз-ўзидан тушиб кетади, болтлар бўшаяда ва ҳоказо. Шунга кўра тегирмонларнинг янги замонавий конструкцияларида зирх плиталарни болтсиз бириктириш тизимлари ишлаб чиқилмоқда. Кўмир майдалайдиган тегирмонлар ички юзага зирх қопланган ҳолда чиқарилмоқда; уларда зирх плиталарнинг ҳар бири ҳалқали битта болт ёрдамида бириктирилган. Зирх плиталарида бир-бирини ушлаб туради. Жойланган зирх плиталар ҳалқасининг энг охиридаги понасимон плита болт билан бириктирилган. Тегирмонларда “ўз-ўзича поналанадиган” қилиб ясалган (2,2x13 м ва 2,6x13 м) зирх плиталар ҳам ишлатилмоқда. Бундай плиталарнинг жуфтлаштириладиган ён томонларида ариқчаси бор, плиталарни боғлаб турадиган арматура симлари ана шу ариқчаларга тушиб туради. Лекин шу тарзда боғланган плиталарни ажратиб олиш осон бўлмаганлигидан тегирмонни тузатиш ишлари қийинлашиб кетади. “Гипроцемент” (Россия, Санкт-Петербург) томонидан зирх плиталарни бўйламасига жойлашган бир қатор болтлар билан бириктириш кўзда тутилган ва уларни юксак аниқликда тайёрлаш талаб қилинмайди. Зирх плитанинг узунлиги (бўйи)-450-650 мм, кенглиги-300-400 мм, қалинлиги 40-50 мм ва оғирлиги-60-100 кг. Зирх қопламанинг хизмат муддати унинг қандай материалдан тайёрланганлигига боғлиқ; марганецли пўлатдан тайёрланган бўлса-1-2 йил, карбонли пўлатдан ясалса-6 ой, сталинит қопланган бўлса-1-1,5 йилча чидайдди. Шарларнинг тегирмон бўйлаб сараланишини таъминлаш учун аутенитли пўлатдан тайёрланган муштчали сараловчи зирх қопламанинг хизмат муддати икки барабар ошади. Сараловчи зирх қоплама иш юзасининг қиялик бурчаги тегирмоннинг диаметрига боғлиқ бўлиб, $3-10^0$ ни ташкил этади.

Бундай зирх плиталар тегирмоннинг асосан шарли бўлимларига ишлатилади. Тегирмоннинг хом ашё ташлаб туриладиган томонига зирх плиталар, қоида тарзида, 2-3 қатор цилиндр плиталар шаклида қопланади; бу эса барабаннинг бош қисмида шарларнинг мажбуран сараланишини

камайтиради ва материал (хом ашё)нинг бир текисда тақсимланишига ёрдам беради. Шарларнинг сараланишига сабаб уларга узатиладиган қувватнинг камайишидир; аслида, экспоненциал қонунига мувофиқ, қувват тегирмоннинг хом ашё ташлаб туриладиган томонидан тайёр материал тушиб турадиган томонига қараб камая боради:

$$\varepsilon_n = \varepsilon_0 \cdot e^{-\gamma}$$

бу ерда: ε_n -тегирмон бошидан x масофада жойлашган шарлар қуввати;
 ε_0 -тегирмон бошида жойлашган шарлар қуввати; e -натурал логарифм асоси;
 γ -зирҳ қопламанинг қобилятини ифодаловчи эмпирик катталиқ (миқдор); n -тегирмон бошидан хисобланган масофа.



2.4 –расм. Шарли тегирмоннинг ички кўриниши.

Шарнинг зирҳ қоплама билан тишлашиш коэффициентини тегирмоннинг тайёр маҳсулот бўшатиб олинадиган туйнуги томон камайтира бориш йўли билан шарларга узатиладиган қувватни пасайтириш мумкин.



2.5 –расм. Шарли тегирмоннинг ички кўриниши.

Тегирмонда клинкер туйилганда клинкернинг ҳар тоннасига тахминан 0,1-0,15 кг зирҳ плитанинг емирилиши кузатилади. Кейинги вақтларда, хусусан хом ашё ҳўл усулда туйиладиган тегирмонларда унинг ички юзасига кўпроқ резина қопланмоқда. Бу мақсадда ишқаланишга катта қаршилиқ кўрсатадиган, нихоят даражада қайишқоқ ва зарб кучига бардошли резинадан фойдаланилмоқда. Сирти аррасимон, яъни тишли резина текис юзали резинага нисбатан камроқ ейилади, камроқ эскиради.

Хом ашёни эзадиган, янчадиган жисмлар сифатида кўпроқ пўлат шарлар ва пўлат цилиндрлардан фойдаланилмоқда; тадқиқотларда улар цилиндрлар номи билан учрайди. Тегирмоннинг бошидан охирига томон шарларнинг диаметри ўзгариб, улар 120 мм дан 30 мм гача майдалашиб боради. Цилиндрларнинг ўлчами қуйидагича бўлиши мумкин: 25х35 мм; 22х24 мм; 20х22 мм; 18х20 мм; 16х18 мм; 16х18 мм диаметрли цилиндрлардан кўпроқ фойдаланилади. Умуман, ишлатиладиган шар ва

цилиндрларнинг ўлчами туйиладиган хом ашё бўлаklarининг йирик-майдалигига қараб танланади. Профессор Разумовнинг эмпирик формуласига мувофиқ:

$$D_3 = 25S\sqrt[3]{d} \quad \text{мм,}$$

бу ерда D_3 -шарнинг диаметри, мм; d -тегирмонга солинадиган хом ашё бўлаklarининг энг катта ўлчами, мм.

Олевский эмпирик формуласида шар (цилиндр)ларнинг ўлчами хом ашё бўлаklarининг катта-кичиклигига ва туйилган (майдаланган) материал зарраларининг йирик-майдалигига боғлиқ қилиб қўйилади:

$$D_3 \leq 6(l_g d_k) \sqrt{d_n} \quad \text{мм,}$$

бу ерда d_k -тайёр кукун зарраларининг ўртача диаметри, мкм; d_n -тегирмонга тушган хом ашё бўлаklarининг ўртача диаметри, мм.

Тегирмоннинг бошидан охирига томон материал бўлаklари (зарралари)нинг йириклиги секин-аста ўзгара боради, яъни тегирмоннинг охирига етган сари материал майдароқ бўлаверади, шу боисдан шарларнинг тегирмон бўйлаб тўғри тақсимланиши муҳим аҳамиятга эга.

Тегирмоннинг ички юзасига сараловчи зирҳ плиталар қопланган ҳолларда шарлар тегирмонни камераларга бўлмасдан табақалаштирилади ва материал цилиндрлар ёрдамида янчиладиган камерагина ажратилади.

Материални туйиш жараёнида шар (цилиндр)лар ейилиб, уларнинг вазни ва ҳажми камаяди, бу эса тегирмоннинг иш унумдорлигига салбий таъсир кўрсатади. Шарларнинг ейилиш қонунияти ҳақида бир неча ҳил фикр мавжуд. Лекин бу фикр-тахминларнинг биронтасида ҳам шарларнинг ейилиш сабаblари ўз аксини топмаган. Профессор Разумовнинг тахминини энг умумлаштирилган тахмин деса бўлади-унинг фикрича, шарнинг ейилиш тезлиги унинг ўлчамига боғлиқ:

$$\frac{dJ}{dt} = -kD^m,$$

бу ерда t -ейилишнинг давом этиш муддати; J -шарнинг ейила бошлаган вақтидан хисобланган пайтдаги вазни; D -шарнинг диаметри; m -ҳар хил туйиш шароитида 2 билан 3 оралиғида ўзгарадиган миқдор.

Клинкер туйганда шар (цилиндр)ларнинг амалдаги сарфи 1,5-2,5 кг/т ни ташкил этади. Шунга кўра тегирмон ҳар гал 150-200 соат ишлатилганда кейин унга вақт-вақти билан қўшимча равишда шарлар ташлаб турилади, тегирмон 1800-2000 соат ишлатилганидан кейин эса унга қайтадан зарур миқдорда шар тўлдирилади [15].

Тегирмон барабанни камераларга ажратиш учун тўсиқлардан фойдаланилади; тўсиқлар якка қават плита ёки қўш қават, яъни қўшалок бўлади; қўшалок тўсиқлар парракли (элеваторли) ёки сепараторли бўлиши мумкин.

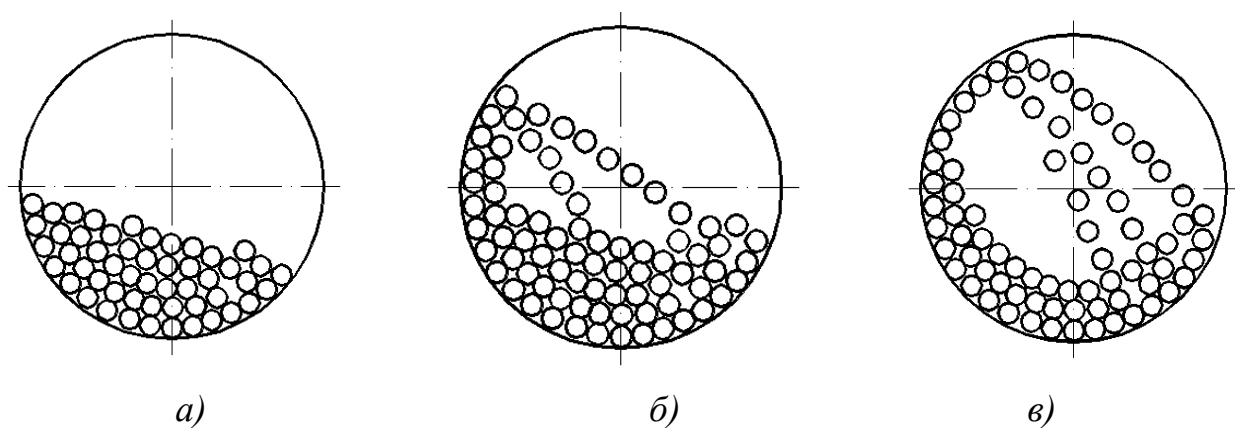
Бир қават тўсиқ қалинлиги 25-50 мм келадиган, тирқишли металл дискдан иборат бўлиб, болтлар ёрдамида ўзаро бириктирилган 6-8 карж (сектор)дан ташкил топган. Мазкур диск тегирмон корпусига болтлар ёрдамида бириктирилган. Дискдаги жами тирқишлар майдонининг тўсиқ умумий майдонига бўлган нисбати тирик кесим деб аталади.

Парракли (элеваторли) қўшалок тўсиқ каржлардан йиғилган икки дискдан иборат. Тегирмоннинг материал ташлаб туриладиган томонидан биринчи диск бир қават тўсиқ кўринишида бўлиб, тирқишлари бор, лекин иккинчи дискнинг тирқишлари бўлмайди. Тегирмон барабанининг айланасида дисклар орасига таянч ҳалқа ўрнатилиб, шу ҳалқага эгилган паррак (элеватор)лар пайвандланади. Тўсиқ дисклари болтлар ёрдамида бириктирилиб, бир бутун ҳолга келтирилади. Тегирмон айланаётганда парраклар биринчи дискнинг тирқишларидан ўтган материални олиб олиб,

марказий конусга ташлайди, кейинчалик бу материал иккинчи дискнинг марказий тешигидан ўтиб, навбатдаги камера томон сурилади. [4, 6, 12]

2.3. Тегирмоннинг айланиш тезлиги аниқлаш.

Шарли тегирмон барабанининг айланиш тезлигига қараб асосан икки хил режимда ишлайди: 1) каскад режими (барабан секинроқ айланади) ва 2) шаршара режими (барабан жуда тез айланади)(2.6-расм). Каскад режимида шарлар майдаланаётган материал билан биргаликда салгина тепага кўтарилиб, ётиқ ўққа нисбатан қия жойлашади. Шаршара режимида шарларнинг ташқи қатори марказдан қочма куч таъсирида юқори кўтарилиб, барабаннинг деворчасига сиқилади ва муайян баландликдан материал устига шаршарадек, зарб билан қулаб тушиб, уни янчади, майдалайди. Тегирмон шу тартибда ишлаганда шарларнинг ҳаракат йўли траекторияси қатламда икки қисмга бўлинади (2.7-расм).

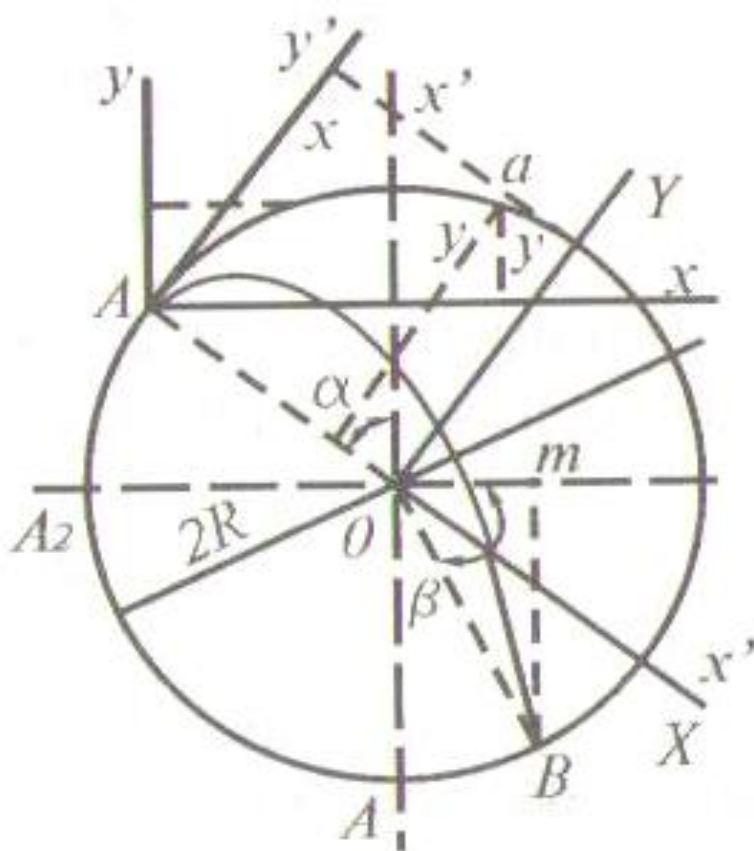


2.6 - расм. Шарларнинг шаршара тартибдаги ҳаракат йўли. А- каскад ҳолати - шарларнинг барабан секин айланганидаги ҳолати, б- аралаш ҳолати - тезроқ айланганидаги ҳолати, в- шаршара ҳолати - жуда тез айланганидаги ҳолати.

Шар кулаб тушиш нуқтаси B дан ўзлиш нуқтаси A га кўтарилаётганда – доиравий йўлдан, A нуқтадан B нуқтага кулаб тушганда эса AB чизик бўйича ҳаракатланади. шарнинг доиравий йўлдаги вазияти тегирмон барабанининг шар марказидан ўтадиган радиуси ҳамда барабанининг тик диаметри ҳосил қиладиган бурчак билан белгиланади. Шарга ҳар қандай нуқтада оғирлик кучи J билан марказдан қочирма куч p таъсир кўрсатиб туради:

$$p = \frac{m \cdot v^2}{2},$$

бу ерга v – шарнинг чизикнинг чизик тезлиги. Оғирлик кучини тузувчиларга ажратиш мумкин: радиал тузувчи куч $N = I \cos \alpha$.



2.7–рasm. Шарнинг барабан ичидаги ҳаракатланиш схемаси.

Барабаннинг айланиши бурчак тезлиги ўзгаришсиз қолганда тангенциал куч T тегирмон ўқидан унинг четигача бўлган йўлини ва қийматини илгариги холича сақлаб қолади. Радиал кучнинг катталиги ва йўналиши эса ўзгаради ва шарнинг доиравий йўлидаги вазиятига боғлиқ бўлади. Барабаннинг ички юзаси билан шарларнинг унга тегиб турган сиртқи катлами орасида ҳосил бўладиган ишқаланиш кучлари шарларни доиравий йўлдан ҳаракатланишга мажбур этади. Ишқаланиш кучининг катталиги ишқаланиш коэффиценти билан кучлар босимига боғлиқ бўлади.

T куч шарларни барабаннинг айланиш томонига қарши йўналтирмоқчи бўлади. Шарлар барабаннинг ички юзаси бўйича сирпанмаслиги учун ишқаланиш кучлари моменти тангенциал кучлар моменти тенглашмоғи лозим.



2.8– расм. Шарларнинг кўриниши.

Радиал кучлар N ва P бир томонга таъсир кўрсатадиган қўйи квадрантларда зодирлар барабаннинг ички юзасини катта куч билан босади. Энг катта ишқаланиш кучи айти шу ерда вужудга келиб,

шарларнинг айланиб ҳаракатланишини таъминлайдиган бамисоли “тамба” ҳосил қилади. N куч юқorigи квадрантда карама-қарши томонга таъсир кўрсатади, бунинг натижасида P кучнинг босими, бинобарин, ишқаланиш кучи камаяди.

Шар доиравий йўлдан ҳаракатланганда A нуқтадан N куч марказдан қочма куч P га тенглашади. Шарларнинг шу қатламидаги навбатдаги қатори қаршилиқ кўрсатиши оқибатида тангенциал куч T сўнади ва шарлар таъсир кучидан халос бўлади. Тезлик g шар марказининг R радиусли доиравий йўлдан айланма ҳаракатланиш тезлигига тенг; шар шундай тезликка эришгач, нуқта A дан бошлаб (уфққа нисбатан муайян қиялиқ g тезликда ирғитилган жисм каби) ўз оғирлиги таъсирида параболик йўлдан ҳаракатланади (сирпанмайди, деб фараз қилинади):

$$P=N$$

$$\frac{m \cdot g^2}{R} = I \cos \alpha$$

$$\frac{m \cdot g^2}{R} = m \cdot g \cdot \cos \alpha$$

$$g^2 = R \cdot g \cdot \cos \alpha, \quad V = \frac{2\pi \cdot R \cdot n}{60} = \frac{\pi R n}{30}$$

бу ерда n -тегирмон барабанининг бир минутдаги айланишлар сони.

$$\frac{\pi^2 R^2 n^2}{30} = Rg \cos \alpha$$

$$n = \frac{30 \cdot \sqrt{g}}{\pi \cdot \sqrt{R}} \cdot \sqrt{\cos \alpha}$$

$$\cos \alpha = \frac{\pi^2 R}{900}$$

Бу тенглама шарнинг тегирмонда ҳаракатланишининг асосий тенграмаси деб аталади.

Барабаннинг айлана тезлигини янада ошириш шарларнинг оғирлик кучини оширадиган марказдан қочирма кучлар вужудга келишига сабаб бўлади. Бу ҳолда шарлар барабаннинг зирх қопламасига қапишиб олиб, тегирмон билан бирга силжийди, натижада материалнинг майдаланиши тўхтайди. Тегирмон барабаннинг бир минутдаги айланишлар сони муайян миқдорга етганда шарлар барабаннинг зирх қопламасидан ўзилмай қолади, барабаннинг ана шу айланиш тезлиги критик айланишлар сони деб аталади:

$$\cos a = 1, \quad \text{чунки} \quad a = 0$$

Шундай тезликда айланаётган барабан ичидаги шарларнинг ҳаракатини ифодалайдиган тенглама:

$$1 = \frac{R \cdot n^2}{900},$$

бундан келиб чиқадиган критик айланишлар сони

$$n_{кр} = \frac{30\sqrt{g}}{\pi \cdot \sqrt{R}} = \frac{30}{\sqrt{R}} = \frac{42,3}{\sqrt{D}} \quad \text{айл/мин},$$

бу ерда D -тегирмон барабанининг ички диаметри, м.

Барабаннинг иш бажараётган вақтдаги айланиш тезлиги

$$n_{иш} = 0,76 \text{ ёки } n_{иш} = \frac{32}{\sqrt{D}}$$

Барабан доимо бир хил тезликда айланганда шарларнинг кўтарилиш баландлиги зирх қопламанинг шаклига, материални туйиш усулига (қурук ёки хўл усулда туйилишига) ва унинг қандай майдаликда туйилишига боғлиқ бўлади. Барабаннинг зирх қопламаси шарларнинг ўз-ўзича табақаланиши (сараланиши)га имкон туғиладиган бўлса, бундай ҳолларда барабаннинг айланиш тезлигини зирх қопламанинг шаклига мослаштириш алоҳида аҳамият касб этади. Барабаннинг ички юзасига конус шаклдаги, сирти силлиқ зирх тахталар қопланган бўлса, шарларнинг яхши табақаланишини таъминлаш учун тегирмон барабаннинг айланиш

тезлигини $n=0,8-0,9$ гача ошириш керак бўлади, бк эса қуйидаги қийматларга мос келади:

$$n = \frac{34}{\sqrt{D}} \div \frac{38}{\sqrt{D}}$$

Конус шаклидаги ва сирт тўлқинсимон барабаннинг қуйидаги тезликда айланиши мақсадга мувофиқ ҳисобланади:

$$n = 0,7 \div 0,8 \quad \text{ёки} \quad n = \frac{30}{\sqrt{D}} \div \frac{33}{\sqrt{D}}$$

Конус шаклидаги ва сирт муштчали барабанда шарларнинг яхши табақаланишига эришиш ҳамда уларга мақбул иш шароити яратиш учун барабан қуйидаги тезликда айланмоғи лозим:

$$n = 0,6 \div 0,7 \quad \text{ёки} \quad n = \frac{26}{\sqrt{D}} \div \frac{29}{\sqrt{D}}$$

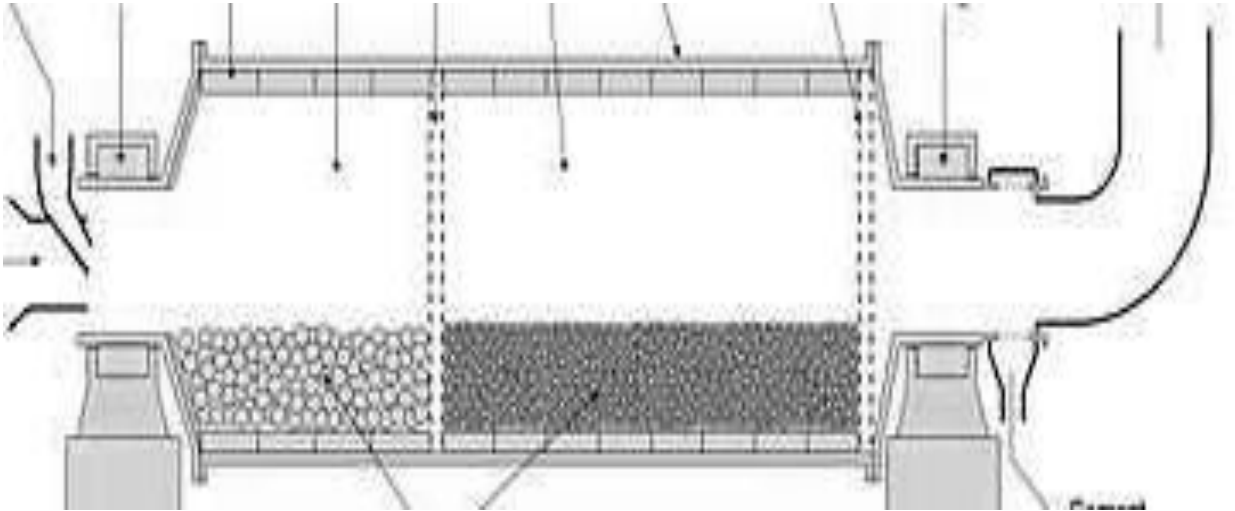
2.4. Шарларнинг барабан ичида ҳаракатланиш йўли.

Шарларнинг барабан ичида ҳаракатланиш йўли ўзгармас радиусли ёй ва параболадан ташкил топган ёпик (туташ) эгри чизик кўринишида бўлади (2.7-расм). Шарнинг ҳаракат йўлининг доиравий қисмига ўтган пайтдаги вазияти кўтарилиш бурчаги α билан аниқланади, уни қуйидаги тенгламадан топиш мумкин. Шарнинг тепадан зарб билан кулаб тушган нуқтаси B (айланадаги ўрни) XAU координаталар тизимида XB ва UB координаталар билан ёки β бурчак билан аниқланади (2.6 - расмда кўрсатилган)

$$XB = 4R \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha$$

$$UB = 4R \cdot \sin^2 \alpha \cdot \cos \alpha$$

$$\beta = 3\alpha - \frac{\pi}{2}$$



2.9–расм. Тегирмонга шарларнинг тўлдирилиш схемаси.

Шарнинг кўтарилиш бурчаги α маълум бўлса, бурчак β ни топиш қийин бўлмайди; шунингдек, шар айлананинг қайси жойига кулаб тушганлигини, яъни B нуқтани ҳам осонгина топса бўлади.

Майдаловчи жисмларнинг ҳаракат қилувчи изи ва уларнинг оғирлигини ҳисоблаш усуллари кўриб чиқамиз.

Тегирмон барабанига ташланган шарлар миқдори барабани тўлдириш коэффиценти Z билан таърифланади: бу коэффицент шарлар куйма ҳажмининг барабан ички ҳажмига нисбатини билдиради, яъни:

$$Z = \frac{V_3}{V_8},$$

бу ерда: V_3 – шарларнинг ўйма ҳажми; V_8 – барабаннинг ички ҳажми; R , Z – барабаннинг ички радиуси ва узунлиги. Бу формуладан кўринишича:

$$V_3 = Z \cdot V_8 = Z \cdot \pi \cdot R^2 \cdot a$$

Тегирмонга солинадиган золирларнинг умумий оғирлиги қуйидаги формула бўйича ҳисоблаб топилади:

$$P = \frac{\pi D^2}{4} \cdot Z = 0,185 D^2 \cdot Z \cdot j,$$

бу ерда P – шариларнинг оғирлиги, кг; D – тегирмоннинг ички диаметри, м; Z – тегирмоннинг ички томонидан узунлиги (тўсиқларнинг калинлиги бу ҳисобга кирмайди); j – шарнинг уйма вазни.

Тегирмон барабанига шарлар тўлдириш коэффиценти шарлар катлами кесим майдонининг барабан қимирламай турган пайтдаги нисбати сифатида ифодаланган:

$$F = \pi R_{\delta}^2,$$

$$Z = \frac{F}{\pi R_{\delta}^2},$$

Барабаннинг диаметри ва узунлиги кўрсатилган ўлчамда бўлганда тегирмондаги шарларнинг иши барабаннинг айланишлар сонига ҳамда шарлар тўлдириш коэффицентига боғлиқ бўлади. Барабаннинг айланиш сони ва шарлар тўлдириш коэффиценти Z маълум бўлса, шарларнинг бир минутда бажарган ишини қуйидаги формула ёрдамида ҳисоблаш мумкин:

$$A = M \cdot R_{\delta}^{2,5} \cdot Z \cdot j \quad \text{кгс.м/мин},$$

бу ерда M – сон билан ифодаланган миқдор; ундан барабаннинг айланишлар сонига ҳамда шарлар тўлдириш коэффицентига қараб фойдаланилади. Мазкур соннинг катталиги $M^{+0,5}$ /мин бўлади.

Ҳар бир шарлар тўлдириш коэффицентига барабаннинг фақат шарлар энг кўп иш бажарадиган айланишлар сони мос келади:

Z	0.3	0.35	0.4	0.45	0.535
N	$\frac{27 \div 28}{\sqrt{D}}$	$\frac{30}{\sqrt{D}}$	$\frac{32}{\sqrt{D}}$	$\frac{34}{\sqrt{D}}$	$\frac{37,2}{\sqrt{D}}$

Шарлар тўлдириш коэффициентининг барабаннинг айланишлар сонига боғлиқлиги қуйидагича ифодаланади:

$$n=a, \quad Z=b,$$

бу ерда a , b -номаълум ўзгармас миқдорлар; уларни иккита маълум нуқта ёрдамида аниқлаш мумкин:

$$\frac{30}{\sqrt{D}} = 0,35a + b \quad \text{ҳамда} \quad \frac{34}{\sqrt{D}} = 0,45a + b,$$

a билан b га оид бу тенгламаларни биргаликда ечиб, қуйидаги қийматларни топамиз:

$$a = \frac{40}{\sqrt{D}}, \quad b = \frac{16}{\sqrt{D}}$$

Ҳосил бўлган a ва b қийматларни юқоридаги тенгламага қўйиб чиқсак, барабаннинг айланишлар сони, радиуси ҳамда унга шарлар тўлдириш коэффициенти ўртасидаги боғланишлар маълум бўлади:

$$n = \frac{8}{\sqrt{D}}(S \cdot Z + 2)$$

Ҳосил бўлган тенглама барабаннинг айланишлар сонини унинг диаметри билангина эмас, балки шарлар тўлдириш коэффициенти билан ҳам боғлайди ва тушунилиши осон формула ҳисобланади.

2.5. 2-боб бўйича хулосалар.

1. Цемент тегирмонларининг конструкциялари ва тузилмалари таҳлил қилинди.

2. Шарли тегирмонларда ишлатиладиган зирхли қопламалар ва плиталарнинг турлари таҳлил қилинди. Зирх плиталарнинг энг оптимал профиллари танланди.

3. Шарли тегирмоннинг иш режимининг асосий параметрларини унинг геометрик ўлчамлари боғлиқлиги аниқланди.

4. Тегирмондаги шарнинг оптимал траекторияси ва тегирмоннинг айланишларининг оптимал сони топилди.

3-БОБ. ЦЕМЕНТ ТЕГИРМОНЛАРИ АСОСИЙ ЭЛЕМЕНТЛАРИНИ ҲИСОБЛАШ.

3.1. Тегирмоннинг асосий параметрларини ҳисоблаш.

3.1.1. Тегирмоннинг критик ва ишчи айланиш частоталарини куйидаги тенгламалардан ҳисобланади.

Тегирмоннинг критик айланиш частотаси:

$$n_{кр} = \frac{30\sqrt{2}}{\sqrt{D}} = \frac{42,4}{\sqrt{2,5}} = 26,8 \text{ об/мин}$$

Тегирмоннинг ишчи частотаси критик айланиш частотаси қийматининг 80% қийматида олинади.

$$n = 0,8 * 26,8 = 21,4 \text{ об/мин}$$

3.1.2. Юклаш шарларининг массасини аниқлаймиз:

$$G = \pi R^2 L \varphi \gamma_{ш}$$

Бу ерда: R –тегирмон радиуси; L – тегирмон узунлиги.

$$G = 3,14 * 1,25^2 * 15 * 0,31 * 4,6 = 104,77 \text{ т}$$

3.1.3. Туйювчи шарларнинг мақбул ўлчамларини аниқлаш. Тегирмонга юкланадиган охактошнинг ўртача ўлчамларини аниқлаш учун тегирмонга юкланаётган ҳом-ашёнинг ўлчамларини аниқлаймиз. Ҳом ашёнинг ва клинкернинг ўлчамларини уларнинг фото расмлари бўйича аниқлаймиз. Бунинг учун ҳом ашёнинг ва клинкернинг ўлчамларини уларнинг фото расмлари 3.1. ва 3.2-расмлардан фойдаланилди. Бу ҳолда Разумовнинг тенгламаси бўйича:

$$D_{ш} = 28\sqrt[3]{25} = 82 \text{ мм}$$

1-чи камера, мм	2-чи камера, мм.	3-чи камера (цильпебсли), мм.
120 - 100	80 - 60	32 - 18



3.1- расм. Оҳактош ҳом –ашёсининг кўриниши.



3.2-расм. Клинкернинг
кўриниши.

3.1.4. Тегирмоннинг иш унумдорлиги ҳисоби.

Трубади тегирмонларнинг иш унумдорлиги қатор факторларга боғлиқ: тегирмон конструкциясига, туйиш схемасига (очиқ цикл ёки ёпиқ цикл), барабанга юкланган шарлар ва уларнинг ўлчамларига, майдаланувчи материалнинг ўлчамларига, материалнинг мустаҳкамлиги ва намлигига, туйиш сифатига ва хоказо.

Шунинг учун, тегирмоннинг иш унумдорлигини ҳисоблашда бу факторларни ҳисобга олиш қийин. Ҳозирги пайтгача назарий асосланган иш унумдорлигини ҳисоблаш формуласи йўқ.

Иш унумдорлигини аниқлашнинг ҳақиқатга яқинроқ бўлган тенгламаси қуйидаги кўринишда:

$$Q = 6.45 \sqrt{D} \left(\frac{m}{V} \right)^{0.8} \lambda R_{yg} , \quad \text{т/соат}$$

бу ерда: D-тегирмон диаметри, м; G-майдаловчи жисм массаси, т;
V-тегирмоннинг фойдали ҳажми, м³; λ-туйиш даражасини тўғриловчи коэффициент; R_{yg} солиштирма иш унумдорлик, т/кВт соат.

Клинкер туйиш учун R_{yg} нинг қиймати 0,035-0,040, охактошни туйиш учун 0,050 га тенг.

Туйиш даражасини ҳисобга олувчи коэффициентнинг қийматлари № 008% элакдаги қолдиқ бўйича қуйидагича топилади:

Элакда қолиши

№ 008% 2	3	4	5	6	7	10	12	15
R 0,6	06 5	071	077	082	08 6	1	1,1	1,2

$$V = \pi * R^2 * L = 3,14 * 1,25^2 * 15 = 73,59 \text{ м}^3$$

$$Q = 6,45 * 73,59 \sqrt{2,5} \sqrt{\left(\frac{104,77}{73,59}\right)^{0,8}} * 0,043 * 1,05 = 43,88 \text{ т/ч}$$

3.1.5. Электр мотор қуввати ҳисоби.

Барабанли тегирмонларда қувват юкланмаларни кўтариш ва кинетик энергияни ҳосил қилиш учун сарф бўлади. Юкланмаларни кўтариш учун бажарилган иш қуйидагича аниқланади :

$$A_1 = mgy_b = GY_b, \quad \text{дж}$$

бу ерда m - юкланма массаси, кг; g –эркин тушиш тезланиши, м/сек²;

Y -кўтариш баландлиги, м; G -шарларнинг оғирлик кучи, кг.

Шарларнинг кинетик энергиясини ҳосил қилиш учун бажарилган иш эса:

$$A_2 = \frac{mv_o^2}{2} = \frac{Gv_o^2}{2g}, \quad \text{дж}$$

бу ерда v_o - шарларнинг айлана бўйлаб ҳаракатланиш тезлиги, м/сек;

M - шар массаси.

Шарларнинг кўтарилиш баландлиги:

$$Y_b = - 4 R_o \sin^2 \alpha_o \cos \alpha_o; \quad \text{м}$$

бу ерда R_o -инерция радиуси, $R_o = 0,866 R$; α_o -шарларнинг узилиш бурчаги, град ; R -тегирмоннинг ички радиуси, м.

Шарларнинг узилиш бурчаги $\alpha_o = 60^\circ$ эканлигини ҳисобга олсак , материалнинг кўтариш баландлиги:

$$Y_b = - 4 R_o \sin^2 \alpha_o \cos \alpha_o = 4 * 0,866 R * 0,866^2 * 0,5 = 1,3 R;$$

У холда

$$A_1 = 1,3 \text{ GR н.м}$$

Формуладаги ϑ_0 ни урнига $2 \pi R_0 n$ қўйилса, R_0 ни $0,866 R$ билан алмаштирилса, тенглама қуйидаги кўринишга келади:

$$A_2 = \frac{G4I^2 \cdot 0.866^2 \cdot R^2 \cdot 0.3378^2}{g \cdot 2(\sqrt{R})^2} = 0,214GR_{67}, \text{ дж}$$

Бир циклдаги умумий бажарилган иш қуйидагича бўлади :

$$A_1 + A_2 = 1.3 \text{ GR} + 0.214 \text{ GR} = 1.514 \text{ GR},$$

Тегирмоннинг тўла бир марта айлангандаги цикллар сони $\Pi = 1,644$ га тенг; бу қийматни ҳисобга олсак:

$$A_{\text{умум}} = 1,514 \text{ GR} \cdot 1,644 = 2,49 \text{ GR}; \quad \text{дж}$$

Юкланмаларни кўтариш учун сарф булган қувват эса қуйидагича аниқланади:

$$N_1 = \frac{A_n}{\eta} = \frac{2.49GRn}{\eta}, \text{ вт}$$

бу ерда G - юкланманинг оғирлик кучи, Н; R - барабаннинг ички радиуси, м; N - барабаннинг айланишлар сони, айл/сек;

η - юритманинг фойдали иш коэффициентини, $\eta = 0,9-0,94$.

Майдаланувчи материалнинг оғирлик кучи, шарлар оғирлик кучининг 14 % ни ташкил қилади. У холда қувватни аниқлаш тенгламаси қуйидаги кўринишга келади :

$$N = \frac{2.49 \cdot 1.14 GRn}{\eta} = \frac{2.83 GRn}{\eta}$$

Профессор Канторович томонидан қувватни қуйидаги тенглама билан аниқлаш тавсия этилган :

$$N = 12.3G\sqrt{R} \quad ak = 9.05G\sqrt{R} \quad \text{кВт}$$

n-нинг қийматини $\frac{22.7}{\sqrt{R}}$ эканлигини ҳисобга олсак, тенглама қуйидаги кўринишга келади:

$$N = 0.4GRn \text{ кВт}$$

Канторович қувватни ҳисоблашда майдаланувчи материал массасини ҳисобга олмаган. Бу масса ҳисобга олинса , қувват қуйидагича аниқланади:

$$N = 0.456GRn \text{ кВт.}$$

3.2. Тегирмон цапфаси болтлари ҳисоби.

Дниша (тегирмон барабанини ҳар икки томондан чегаралаб бериктирувчи, ичи бўш цапфа билан биргаликда қўшиб тайёрланган қопқоқ)ни барабан фланеци билан бириктирувчи болтларга тегирмон айланувчи қисмларининг бир хил таъсир этувучи P_1 огирлик кучи ва марказдан қочма кучлар, электродвигателдан днишага берилаётган айланма кучлар P_2 таъсир қилади. Бундан ташқари бу болтлар днишанинг барабан Билан туташган текисликдаги эгувчи момент таъсирида ва тегирмонни йегиш вақтида уларни олдиндан тортиш натижасида чузилади.

Киркувчи кучлар эпюраси буйича фланец билан дниша бириктирилган текисликда текис таркалган F дан хосил булувчи киркувчи кучлар топилади. Айланма зўриқишлар таъсири натижасида вужудга келувчи кирқиш кучи

$$P_2 = 7178 \cdot 10^3 \frac{N}{n \cdot r_1}$$

бу ерда N —электродвигатель қуввати; n - тегирмоннинг айланиш частотаси; r_1 - бириктирувчи болтлар жойлашган айлана радиуси

Болтларни киркувчи умумий куч (Н)

$$P = P_1 + P_2$$

Қиркувчи кучлардан болтларда хосил бўладиган зўриқиш

$$\tau_{\text{кирк}} = \frac{0,1P}{m \frac{\pi d^2}{4}}$$

бу ерда: m -қирқилишга ишловчи, тешикларга зич тикилган болтлар сони; d -болт диаметри.

Қирқишга рухсат этилган зўриқиш

$$[\tau]_{\text{кирк}} = (0,2 \div 0,3) \sigma_{ок} = 0,25 \cdot 2400 = 60 \text{ МПа} (600 \text{ кгс} / \text{см}^2)$$

бу ерда $\sigma_{ок}$ -см3 пўлатучун оқувчанлик чегараси, $\sigma_{ок}=240$ МПа.

Днишадаги болтларни тортиш кучи қуйидагича аниқланади.

Таянч реакция R_6 ён қопқоқни А нукта атрофидаги текисликда бурилишга интилади. Шунинг учун, болтларга таъсир қилувчи қиркувчи куч F ни қуйидаги формуладан топилади:

$$R_6 l = F \cdot \frac{D}{2}$$

бу ерда: R_6 - таянч реакцияси.

l – подшипник ўқидан ажралиш текислигигача бўлган масофа

$$\text{бунда } F = \frac{R_B \lambda}{\frac{D}{2}} = \frac{R_B \lambda}{r}$$

Агар, нагрукани болтларнинг $\frac{3}{4}$ қисми қабул қилади деб олсак, у ҳолда битта болтга тўғри келадиган ўртача нагрукка

$$F = \frac{4R_B \lambda}{3 \cdot m r}$$

бу ерда m – болтлар сони.

Болтларнинг энг чекка пастки ҳолатдан ўтаётган пайтдаги уларга тушаётган энг катта нагрукка

$$P = 2F$$

Болтларни тортишдаги зўриқиш (МПа)

$$\sigma_{\text{торт}} = (0,4 \div 0,5) \sigma_{\text{оков}}$$

Тортиш кучи (Н)

$$T = \sigma_{\text{торт}} F_1$$

бу ерда F_1 -болтнинг қирқилган қисми кўндаланг кесим юзаси (см²)

$$F_1 = \frac{\pi d^2}{4} \text{ (d}_1\text{-болт диаметри)}$$

Ҳисобий нагрукка

$$F_x = T + X P_1$$

бу ерда X-бириктирилаётган деталлар ва болтнинг эгувчанлик хоссасини акс эттирувчи нагрукка коэффиценти

$$X = 0,2 \div 0,3$$

Болтнинг қирқилган қисмидаги чўзувчи зўриқиш

$$\sigma_1 = 0,1 \frac{Q}{F}$$

бу ерда: Q-чўзувчи куч.

Болт стерженидаги чўзувчи зўриқиш (МПа)

$$\sigma_c = 0,1 \frac{Q}{F_c}$$

Болтнинг қирқилган қисмидаги эластик деформациялар бўйича мустахкамлик запаси

$$n_\tau = \frac{\sigma_{ок}^1}{\sigma_{1-келт}} = \frac{\sigma_{ок}}{\sigma_{1-келт}}$$

бу ерда $\sigma_{ок}^1$ -болт материалынинг оқувчанлик чегараси

$\sigma_{ок}$ -қирқилган стерженнинг оқувчанлик чегараси

Ўзгарувчи зўриқиш бўйича мустахкамлик запаси

$$n_0 = \frac{\sigma_{-1(,)} \left(1 - \frac{\sigma_{ок}}{\sigma_e}\right)}{\sigma_a}$$

Кўплаб шарли тегирмонларни эксплуатация қилиш тажрибасидан маълумки, дницианинг энг хавфли кесим бўлиб унинг цилиндрик қисмидан конус қисмига ўтиш жойи хисобланади.

Бу ерда яришинган қуйма дефектлар ҳам бўлиши мумкин. Шу сабабли А-А қирқимда рухсат этилган зўриқиш 10 МПа дан кам миқдорда қабул қилинади.

А-А қирқимдаги эгувчи момент

$$M_{эюА} = R_A \cdot l$$

Келтирилган момент

$$M_{келт} = \sqrt{M_{эз}^2 + M_{бур}^2}$$

Хавфли қирқимнинг қаршилиқ моменти

$$W = \frac{\pi D^3}{32} \left[1 - \left(\frac{d}{D} \right)^4 \right]$$

А-А қирқимдаги зўриқиш

$$\sigma = \frac{M_{\text{бур}}}{W}$$

Материал ўтиши учун қўйилган тешиқлар сабабли заифлашган тушириш патрубкасидан зўриқиш патрубканинг оғирлиқ кучи $G_{\text{ТП}}$ ва муфта вал оғирлиги кучи $G_{\text{МВ}}$ нинг ярми ҳамда электродвигател узатаётган буровчи момент таъсирида юзага келади.

Патрубканинг тушириш тешиги орқали ўтувчи Б-Б қирқимдаги эгувчи момент

$$M_{\text{э.б}} = \frac{\sigma_{\text{м.б}}}{2} l_3 + \sigma_{\text{Тм}} l_2$$

Келтирилган момент

$$M_{\text{келт}} = \sqrt{M^2 + M_{\text{бур}}^2}$$

Шундан сўнг патрубка ҳалқали қирқимининг қаршилиқ моменти ҳисобланади ва бу қирқимнинг кенглиги 1 га тенг бўлган олтига тешиқ таъсирида зайифлашиш даражаси аниқланади.

$$k = \frac{6l(D-d)^4}{2\pi(D^2-d^2)} = \frac{12l}{\pi(D-d)}$$

Тушириш патрубкеси заифлашган қирқимнинг ҳақиқий қаршилиқ моменти

$$W(1-k) = W \left(1 - \frac{12l}{\pi(D+d)} \right)$$

Келтирилган моменти ҳисол бўладиган зўриқиш

$$\sigma = \frac{M_{\text{бур}}}{W_1}$$

Патрубок қўйиш учун ишлатиладиган 35Л пўлат учун рухсат этилган зўриқиш

$$[\sigma] = \frac{\sigma_{-1}}{n} = \frac{2150}{5} = 43 \text{ МПа} \quad (430 \text{ кгс/см}^2)$$

$$\text{бу ерда } \sigma_{-1} = 0,43\sigma_0 = 0,43 \cdot 5000 = 215 \text{ МПа}$$

Тушириш патрубкасини қотирувчи болтлар қирқими ва сиқилишига ҳисобланади. Болтлар двигателдан тушириш патрубкаси орқали барабанга узатилаётган айланма зўриқишлар таъсирида, ҳамда патрубканинг ўз оғирлик кучи $G_{\text{ТП}}$ таъсирида қирқилади. Ҳисоблашда болтларнинг $\frac{3}{4}$ қисмигина нагрузка остида бўлади деб қабул қиламиз.

Болтларни қирқувчи кучлар йиғиндиси

$$P = 2 \frac{M_{\text{бур}}}{D} = G_{\text{ТН}}$$

Қирқиш зўриқиши

$$\tau_{\text{қир}} \frac{4 \cdot 4 \cdot P}{3m \cdot \pi \cdot d^2}$$

$$[\tau_{\text{қир}}] = (0,2 \div 0,3)\sigma_3 = 44 \text{ МПа}$$

$$\text{Ст 3 пўлат учун } \sigma_3 = \frac{4P}{3m \cdot dl}$$

бу ерда: l - болтнинг эзилаётган қисми узунлиги; m - болтлар сони;
 d - болт диаметри.

3.3. Муфтaлар ҳисоби.

Етакловчи вални редуктор ва барабан днишаси билан улаб турувчи тишли ёки шлицали муфтaлар буровчи момент бўйича ҳисобланади.

$$M_x = K_1 \cdot K_2 \cdot M$$

бу- ерда K_1 -хавфсизлик коэффициент, $K_1=1,2$

K_2 -муфтанинг иш шароитини ҳисобга олувчи коэффициент, $K_2=1,4$

Муфтанинг шлицаси айланма зўриқиш бўйича эгилишига, қирқилишга ва эгилишга ҳисобланади:

$$\sigma_{\text{эз}} = \frac{M}{W} = \frac{3P(D-d)}{lbz \cdot K_H} \leq [\sigma]_{\text{эз}}$$

$$\tau_{\text{қир}} = \frac{P}{lbz \cdot K_H} \leq [\tau]_{\text{қир}}$$

$$\sigma_{\text{эзил}} = \frac{2P}{(D-d)lz \cdot K_H} \leq [\sigma]_u$$

бу ерда D ва d -шлицали муфтанинг ташқи ва ички диаметри;

l -шлица узинлиги; b –шлица кенглиги; z –шлицалар сони;

K_H -шлица бўйича зўриқишнинг нотекс тақсимланиш коэффициент

$$K_H = 0,75$$

Тегирмон редуктор ҳамда ён юритма (гардиш тишли узатма) умумий усуллар билан ҳисобланади.

Таққословчи жадвал 1

№	Кўрсаткичлар	Цилиндрик редуктор	Планетар редуктор
Бош юритма			
1	Электр мотори:		

	Қуввати (кВт) №	1000	996
	Айтоланишлар сони Л айл/мин	375	370
2	Редуктор $i_{\text{бош}}$	18,6	16,8
3	Валдаги айланттирувчи момент $M_{\text{кр}}$ мн. м	0,5	0,573
4	Тегирмоннинг айланиш частотаси айл/мин	20,14	20,32

3.4. 3-боб бўйича хулосалар.

1. “Қувасойцемент” ОАЖда қўлланилаётган 2,6х13 метр ўлчамли тегирмонларнинг иш режимлари ўрганилди ва асосий ишчи параметрлари ҳисобланди.

2. Адабиётлар таҳлили асосида профессор Разумовнинг тенгламаси бўйича туювчи шарларнинг массаси ва мақбул ўлчамлари аниқланди.

3. Тегирмоннинг иш унумдорлиги ва электр мотори қуввати аниқланди.

4. Тегирмон цапфаси болтларининг ва муфтасининг мустахкамлиги ҳисобланди.

4-БОБ. ТУЙИШ ЖАРАЁНЛАРИНИНГ ТАҲЛИЛИ.

4.1. Туйиш самарадорлигини ошириш усуллари.

Цемент тегирмонларида клинкерни туйиш жараёнининг иш унумдорлигини оширишнинг йўлларида бири тегирмонни аспирация қилиш жараёнини интенсивлаштириш бўлади. Клинкерни туйиш жараёнида тегирмонларда аспирация қурилмаларини такомиллаштириш асосида уларнинг иш унумдорлигини оширишга эришилди. Чанг ҳавонинг асосий техник характеристикалари 1 жадвалда кўрсатилган. Тегирмонда клинкерни туйиш учун ва юқори дисперс заррачаларни тегирмондан чиқариш учун 0,2 дан 0,47 м³/кг ҳажмда ҳаво ўтказиш лозим.



4.1-расм. Лаборатория ускунасининг кўриниши.

Тегирмоннинг бириктириш жойларидаги тешиklar хисобига ҳавонинг юқорида кўрсатилган ҳажми 2-4 маротаба оширилиши керак. Туйиш жараёнида тегирмондан умумий материал миқдорининг 5-10% миқдордаги материал чанг бўлиб аппаратдан чиқиб кетади.

1-жадвал.

Цемент тегирмонининг чанг ҳаво оқимининг асосий техник
кўрсаткичлари.

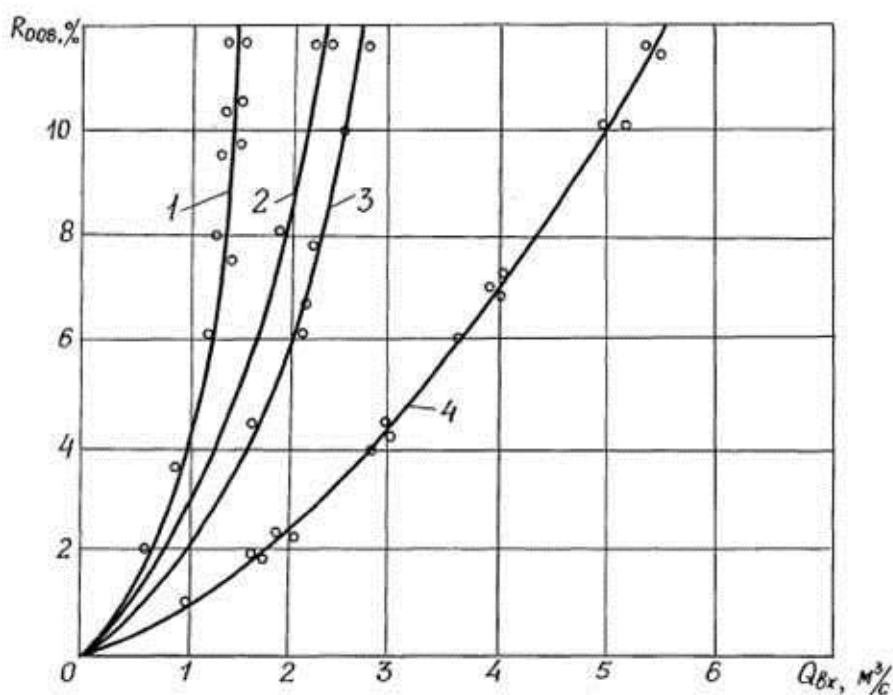
№	Физик кўрсаткичлар	қиймати
1	1 кг клинкерга ҳавонинг сарфи (киришда)	0,2-0,47
2	1 кг клинкерга ҳавонинг сарфи (чиқишда)	0,9-1,0
3	Температура °С	70-170
4	Конденсацияланиш температураси °С	30-50
5	Чангланиш, г/м ³	100-200
6	Заррачалар диаметри мкм	15-20
7	Чанг миқдори, %	5-10

1950 йилларда Краматорск цемент заводида биринчи марта тегирмон орқали ҳаво оқимнинг туйиш жараёнига таъсири ўрганилган[15] .



4.2. Тегирмон орқали аспирация жараёнининг тажрибаси.

Кўп тадқиқотчилар ҳаво оқимининг тегирмон орқали йўналтирилганида тегирмоннинг иш унумдорлиги ошишини ва тегирмоннинг солиштирма эренгетик кўрсаткичларини камайишини аниқлаганлар. Изланувчиларнинг кўрсатишича ҳаво оқимининг тезлигини 0,43 м/с дан 0,7 м/секундгача оширилиши цемент тегирмонининг иш унумдорлигини 15-20 % га ошишини таъкидлаганлар. Аммо аспирация тезлигининг ошиши йирик заррачаларни учиб чиқишига ва туйиш сифати сита № 008 даги қолдикнинг нормадан ошишига олиб келади. Қуйидаги 4.3-расмда тегирмон орқали ўтган ҳаво ҳажмининг туйиш йириклигига боғлиқлиги кўрсатилган.



4.3-расм. Тегирмон орқали ўтган ҳаво ҳажмининг туйиш йириклигига боғлиқлиги. Бу ерда тегирмонлар бўйича:

- | | |
|---------------------------|-----------------------------|
| 1. ТШМ $2,6 \times 13$ м; | 2. ТШМ $3,0 \times 14$ м; |
| 3. ТШМ $3,2 \times 15$ м; | 4. ТШМ $4,0 \times 13,5$ м. |

Берилган графикдан кўринадикки ТШМ $2,6 \times 13$ м тегирмон учун ҳавонинг оптимал ҳажми $1,25 - 1,61 \text{ м}^3/\text{с}$ ҳосил қилади. бу ҳаво ҳажмининг ошиши тегирмон азродиманик қаршилигининг ошишига олиб келади ва аспирация қобиғидаги сўришларни кўпайишига ва бунинг оқибатида чанг газларининг миқдорининг ошишига ва энгли филтрларнинг тез ишдан чиқишига олиб келади.

4.2. Цемент тегирмонининг цапфасини эксплуатация қилиш.

Барабан цапфасининг юзасида шилинган жойлар, тирналишлар ёки конуссимонлик бўлса, улар цапфали подшипник корпусида цапфалар ўқиға параллел ўрнатилган токарлик дастгоҳнинг суппорти ёрдамида чархлаб ўрнида бартараф қилинади. Цапфаларни ўрнида чархлаш бошқа ҳажми катта қисмларни обточка қилиш учун қўлланадиган мосламалар билан ҳам қилиш мумкин, ҳамда карусел дастгоҳида, лекин бунда цапфани таги билан ечиш керак бўлади. Чархлаб бўлгандан кейин цапфаларни юзаси, цапфаларни чархлаганидек ўрнатилган, кўчма силлиқлаш мослама билан силлиқланади. Бунда ғудур-будурлар, забоиналар, қалтис жойлар ва чуқур бўлмаган шилинган жойлар ($0,2-0,3$ мм гача) бартараф қилинади.

Цапфаларни силиқлаш учун махсус ранда ёғоч тайёрланади, уларни ички томони фетр ёки кигиз билан қопланади, мойланади ва теккиз кумқайроқ кукуни қатлами билан сепилади. Цапфада тасмадан қилинган дасталарни маҳкамлаб, бир текисликда иккала томонга ҳаракат қилиб, цапфани забоиналар, тирналган жойлар ва қалтис жойларни бартараф қилгунча силлиқланади. Ишлар тугагандан кейин силлиқланган жой ювилади, чўзиқлиги ва конуссимонлиги йўқлиги текширилади.



4.4-расм. Цемент тегирмонларини умумий куруниши.

Текшириш ҳалқага ўхшаган колибрлар билан шуп ёки бошқа асбоб ёрдамида амалга оширилади. Бунда цапфаларни чўзиқлиги– 0,05 мм, конуссимонлиги эса – 0,08 мм, радиал тебраниши – 0,5 мм гача рухсат этилади.

Цапфали подшипникларни эксплуатация қилиш. Подшипникларни дефектлаш вақтида вкладишларда тирналган жойлар ва қалтис жойлар топилса, улар қиртишлаш билан бартараф қилинади. Агар баббит қатлами зич туташмаса (болға билан урганда товуш паст бўлганидан билинади), чуқур шилинган жойлар бўлса, ёки баббит қатламининг қалинлиги етарли бўлмаса, подшипникнинг вкладиши қайта қуйилади. Баббит қатламининг қалинлиги ейилиш натижасида 4 мм дан кам бўлган вкладиш ҳам қайта

қуйилади. Вкладишнинг бошқа нуқсонлари баббитни қисман эритиб коплаш йўли билан бартараф қилинади. Бунинг учун нуқсонли жой кесилади (ишлов берилади), яхшилаб тозаланади 10-15 дақиқа давомида бензин ёки 70-80⁰ гача иситилган акустик сода билан ювилади, кейин тоза қайнатилган сув билан ювилиб, қуриқ қилиб артилади. Қайта эритиб қуйиш ва маҳаллий нуқсонларни бартараф қилгандан кейин вкладишлар расточка қилинади, кейин эса қиртишланади (100 мм узунликка 14–20 доғ).



4.5-расм. Цемент тегирмонинг ташқи кўриниши.

Кейин барабан корпуси ўрнатилади ва қуйидагилар текширилади:

а) барабаннинг геометрик ўқини горизонталлиги (сувли сатҳ билан цапфаларни бўйинидан ёки нивелир билан) – оғиш уларнинг марказлари ўртасида 1 погон метрга 0,05 мм юқори бўлмаслиги;

б) тиргак цапфанинг деворлари ва битта тиргак-таянчли ва иккинчиси таянчли подшипникларга эга бўлган ва узунлиги 15 м

тегирмонлардаги қўшимча катлам орасида ўқ тирқиши мавжудлиги. Тирқишлар қуйидагича тенг бўлишлари керак: тиргакли подшипникда барабан томонидан – 20 мм, қарама қарши томонидан – 10 мм, таянчлида эса – 0,2 – 0,5 мм ҳар бир томонидан. Агар тегирмоннинг иккала цапфали подшипниклари тиргак-таянчли бўлса, унда барабан ҳароратининг қиймати ғўлачаларга ўрнатилган подшипник кўчиш йўли билан тикланади, подшипниклардаги ўқ тирқишлари вкладишни ҳар томонларида 0,2 – 0,5 мм тенг бўлиши керак;

в) вкладишни шарсимон сирти подшипник корпусининг раточкасига туташгани бўёқдан текширилади (1 см^2 га битта доғдан кам эмас);

г) тубни барабан корпусининг гардишига туташгани. Гардишлар орасидаги тирқиш, шуп билан аниқланади, 0,1 мм дан юқори бўлмаслиги керак.

4.3. Тегирмон юритмасини эксплуатация қилиш.

Тегирмон юритмасини эксплуатация қилиш энг қийин вазифалардан ҳисобланади. Тегирмонни текшириши тишли ғилдиракнинг тишларини ейилишини катталигидан, подшипниклар, валларнинг бўйини, редукторларнинг тишли ғилдиракларни мустаҳкам ўрнатилганлиги, ҳамда редукторли юритмадаги туташтирадиган муфталаридан бошланади. Редуктор бўлақларга ажратилганда, мой тўкилгандан кейин, аввал қопқоқлар олинади ва, подшипникларни юқоридаги вкладишлар ҳолатини ўзгартирмасдан (уларни махсус қисқичлар билан қисиб қўйилади), редукторнинг тишли ғилдираклари илинган жойларидаги ён ва радиал тирқишлари, вал ва вкладиш орасидаги подшипникларни ён томондаги ва биқинидаги тирқишлар, ҳамда корпус ва вкладишни ташқи сиртидаги тирқишлар ўлчаб олинади. Ўлчаб олинган маълумотлар махсус журналга ёзилади. Редукторни эксплуатация қилиш вақтида тирқишларни ўлчашдан

ташқари ейилган қисмлар ва узелларни эксплуатация қилиш ва тиклаш, уларни йиғиш, марказлаштириш, чиниқтириш ва синовдан ўтказиш ишлари олиб борилади.

Редуктор таъмирлангандан ва йиғилгандан кейин унинг тишли ғилдираклари қўл билан силтамасдан ва тишлаштирмасдан айлантирилади. Агар эксплуатация қилиш вақтида редукторнинг корпуси олинган бўлса, уни пойдеворли чорчўпга ўрнатилганда, редукторни сиртлари чорчўпга жипс бўлиб турганлиги шуп билан текшириш керак (тирқиш 0,1 мм дан юқори бўлмаслиги керак).

Яриммуфтalar валга мойда иситилган холда (харорати 350 – 470 ° К гача) болға билан секин уриб ўрнатилади. Яриммуфтalarни ўрнашганини индикаторни радиал ва ўқли урилишидан текширилади. Перифирик юритмали тегирмонларда энг кўп гардиш остидаги (кичик) тишли ғилдирак ейилади.

Тишли ғилдиракни гардиш ости ва гардиши бир томонлама ейилганда, агар уларни тиклаш имкони бўлмаса, уларни 180° ағдариб, яъни, тишли ғилдиракни ярими ўрни билан алмаштирилади. Иккита, хар бирини юк кўтариш кучи 5 тонна махсус эшакка ўрнатилган юк кўтарадиган курилма билан алмаштирилади. Тишли ғилдирак ости гардиши валдан олингандан кейин махсус гидравлик мослама билан ағдарилади.

Тегирмонни йиғиш. Цапфали вкладиш ва ён тублари (агар улар таъмирланган бўлса) ўрнатилади. Уларнинг туташадиган юзалари кирдан, ғудурлардан, забоиналардан яхшилаб тозаланиши керак. Улар назорат махсус учга ўрнатилади ва назоратдаги рисклар бир - бирига мос келишини назорат қилинади. 25 – 30% махкамлайдиган болтлар прецизион бўлиши керак. Болтлар биртекисда диаметрал қарши йўналишда тортилади. Кейин тегирмон корпуси ўрнатилади. Аввал у домкрат билан озгина кўтарилади, шпалли катакни қисми олинади, кейин аста-секин

туширилади. Операция тегирмонни цапфаси асосий подшипникка ётмагунча такрорланади. Тегирмон ўқининг горизонталлиги тегирмон цапфасининг сиртига сатхни қўйиб, ёки нивелир билан текширилади. Тегирмон корпуси подшипникларга ўрнатилгандан кейин, подшипникларга мойлаш ва совитиш системаси уланади. Подшипникда цапфалар ҳолати текширилгандан кейин у қопқоқ билан беркитилади ва юкловчи ва юкни тушировчи мослама йиғилади.

Хамма ишлар бажарилиб бўлгандан кейин тегирмон агрегати центровка қилинади. Бу ишнинг асосий вазифаси тегирмон ўқлари тўғри ўрнатилганлиги; тегирмоннинг юритма валининг яримўлагичларини, электр юргизгич ва редукторнинг етакланувчи валини центровка қилишдан иборат, чунки центровка бузилиши тегирмон агрегатини қаттиқ титратади. Ярим улагичларни центровкаси ярим улагичларда маҳкамлаб ўрнатилган марказовчи қисқичлар билан ўқдаги ва радиал тирқишларни индикатор, микрометр ёки шуп билан тўртта ҳолатда (90^0) ўлчаш йўли билан амалга оширилади. Нивелир ёки сим билан (ёки теодолит билан) тегирмонни марказий юритма билан ўқи бирлиги текширилади. Тегирмонни юритмаси периферик бўлганда гардиш ва гардиш остидаги тишли ғилдиракларни илиниши текширилади ва ростланади, ҳамда етакланувчи редукторнинг вали ва тегирмонни юритма валининг ўқи центровка қилинади.

Тегирмонни капитал эксплуатация қилиши тугагандан кейин у 6 – 8 соат давомида шарларсиз синалади. Бунда унинг титраши текширилади. Унинг қиймати подшипниклар бўйича 0,2 мм юқори бўлмаслиги, редуктор ва электрюрғизгич бўйича эса – 0,1 мм юқори бўлмаслиги керак. Кейин мойлаш ва совитиш системаси текширилади, ва ундан кейин тегирмон агрегатини синаш давом этилади. Мойнинг ҳарорати подшипниклардан ўтганда белгиланган даражада бўлиши керак. Кейин мойни цапфаларга узатовчи ва совитилган сувни айланишини таъминловчи насослар ва

ёрдамчи асбоб-ускуналар иши текширилади. Синов даврида аниқланган хамма нуқсонлар бартараф қилингандан кейин, тегирмон майдаланадиган жинслар билан юкланади, қопқоқли туйниклар беркилади ва 24 соат давомида юк билан синалади. Бу синовда биринчи 8соатининг хар 2 соатида болтлар тортилиб турилади, қолган вақтда эса – хар 4 соатда. Мой ва совитувчи суюқликни харорати доим назоратда бўлиши керак. Бу ҳолатда таъмирланган тегирмон ишга тайёр бўлади.

4.3. 4-бобга хулосалар.

ХУЛОСА.

1. Тегирмонларнинг турли хил турлари таҳлил қилинди ва цемент ишлаб чиқариш учун ишлатиладиган тегирмонлар аниқланди.

2. Цемент тегирмонларининг конструкциялари ва тузилмалари таҳлил қилинди.

2. Шарли тегирмонларда ишлатиладиган зирхли қопламалар ва плиталарнинг турлари таҳлил қилинди. Зирх плиталарнинг энг оптимал профиллари танланди.

3. Шарли тегирмоннинг иш режимининг асосий параметрларини унинг геометрик ўлчамлари боғлиқлиги аниқланди.

4. Тегирмондаги шарнинг оптимал траекторияси ва тегирмоннинг айланишларининг оптимал сони топилди.

5. “Қувасойцемент” ОАЖда қўлланилаётган 2,6х13 метр ўлчамли тегирмонларнинг иш режимлари ўрганилди ва асосий ишчи параметрлари ҳисобланди.

6. Адабиётлар таҳлили асосида профессор Разумовнинг тенгламаси бўйича туювчи шарларнинг массаси ва мақбул ўлчамлари аниқланди.

ИЛЮВА

Интенсификация процесса помола в шаровых барабанных мельницах

тема диссертации и автореферата по ВАК 05.02.13, кандидат технических наук Потапов, Федор Петрович

Год:

2011

Автор научной работы:

Потапов, Федор Петрович

Ученая степень:

кандидат технических наук

Место защиты диссертации:

Белгород

Код специальности ВАК:

05.02.13

Специальность:

Машины, агрегаты и процессы (по отраслям)

Количество страниц:

184

Оглавление диссертации кандидат технических наук Потапов, Федор Петрович

ВВЕДЕНИЕ.

ГЛАВА I. СОСТОЯНИЕ И НАПРАВЛЕНИЕ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИИ ШАРОВОГО ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ.

- 1.1. Тенденции развития техники шарового измельчения.
- 1.2. Методики подбора шаровой загрузки.
- 1.3. Методики расчета средневзвешенного диаметра шара.
- 1.4. Особенности шаровой загрузки для мельниц открытого и замкнутого циклов измельчения.
- 1.5. Секционирование шаровых барабанных мельниц.
- 1.6. Мелющая загрузка мельницы «МипреБ».
- 1.7. Предлагаемое совершенствование процесса измельчения в шаровых барабанных мельницах.
- 1.8. Цель и задачи исследований.
- 1.9. Выводы.

ГЛАВА II. МЕТОДИКИ ПОДБОРА ШАРОВОЙ ЗАГРУЗКИ БАРАБАНЫХ МЕЛЬНИЦ.

- 2.1. Математическое описание движения шаровой загрузки при каскадном режиме работы мельницы.
- 2.2. Определение частоты вращения шаров в послойном движении
- 2.3. Определение сил, действующих на материал, в послойном движении шаров при каскадном режиме вращения мельницы.
- 2.4. Описание механизма разрушения материала при каскадном режиме движения загрузки мельницы.
- 2.5. Определение оптимальных параметров разрушения материала.
- 2.6. Выводы.

ГЛАВА Ш. МЕТОДИКИ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ.

- 3.1. План и программа исследований.

3.2. Описание экспериментальных установок.

3.3. Методика проведения измерений.

3.4. Сопоставление теоретических и экспериментальных данных.

3.5. Выводы.

ГЛАВА IV. РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ.

4.1. Мельница периодического действия.

4.1.1. Влияние различного средневзвешенного диаметра шара на эффективность процесса измельчения при различной частоте вращения барабана мельницы.

4.1.2. Влияние шаровой загрузки, содержащей различные массы шаров, на эффективность процесса измельчения.

4.2. Исследование влияния основных факторов на эффективность процесса измельчения в мельнице, предназначенной для работы в открытом цикле в непрерывном режиме.

4.2.1. Влияние исследуемых факторов на производительность мельницы.

4.2.2. Влияние исследуемых факторов на мощность, потребляемую приводом мельницы.

4.2.3. Влияние исследуемых факторов на удельную поверхность готового продукта.

4.3. Оптимизация процесса измельчения.

4.4. Выводы.

ГЛАВА V. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ РАБОТЫ.

5.1. Рекомендации по шаровой загрузке мельницы.

5.2. Внедрение на ОАО «Себряковцемент».

5.3. Технико-экономические показатели внедрения результатов работы.

5.4. Выводы.

Энергосберегающий помольный комплекс для цементного клинкера на основе роторно-цепного предизмельчителя и трубной мельницы

тема диссертации и автореферата по ВАК 05.02.13, кандидат технических наук Абушкевич, Александр

Анатолеевич

Год:

2000

Автор научной работы:

Абушкевич, Александр Анатольевич

Ученая степень:

кандидат технических наук

Место защиты диссертации:

Белгород

Код специальности ВАК:

05.02.13

Специальность:

Машины и агрегаты (по отраслям)

Количество страниц:

153

Оглавление диссертации кандидат технических наук Абушкевич, Александр Анатольевич

ВВЕДЕНИЕ.

1. СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ.

1.1 Основные закономерности работы трубных мельниц.

1.2 Повышение эффективности работы трубных мельниц.

1.3 Обзор конструкций дробилок ударного действия и анализ методов их расчета.

1.4 Цель и задачи исследований.

1.5 Выводы по главе.

2 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАСЧЕТА ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ РОТОРНО-ЦЕПНОЙ ДРОБИЛКИ.

- 2.1 Эффективность процесса измельчения.
- 2.2 Теоретические исследования параметров роторно-цепной дробилки ударного действия.
- 2.3 Расчет производительности РЦД.
- 2.4 Определение потребляемой мощности РЦД.
- 2.5 Выводы по главе.
- 3 МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ПРЕДИЗМЕЛЬЧЕНИЮ ЦЕМЕНТНОГО КЛИНКЕРА В РОТОРНО-ЦЕПНОЙ ДРОБИЛКЕ.
- 3.1 Состав и содержание экспериментальных исследований.
- 3.2 Экспериментальное оборудование и контрольно-измерительные приборы.
- 3.3 Изменяемые параметры оборудования и критерии оценки результатов процесса измельчения.
- 3.4 Проведение исследований методом планирования многофакторного эксперимента.
- 3.5 Выводы по главе.

Исследование процессов формирования зернового состава цемента в шаровых мельницах замкнутого цикла

тема диссертации и автореферата

по ВАК 05.02.13, кандидат технических наук Анненко, Дмитрий Михайлович

Год:

2009

Автор научной работы:

Анненко, Дмитрий Михайлович

Ученая степень:

кандидат технических наук

Место защиты диссертации:

Белгород

Код специальности ВАК:

05.02.13

Специальность:

Машины, агрегаты и процессы (по отраслям)

Количество страниц:

193

Оглавление диссертации кандидат технических наук Анненко, Дмитрий Михайлович

ВВЕДЕНИЕ.

1. АНАЛИЗ ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИИ ТОНКОГО ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ.

1.1. Состояние и направления развития техники и технологии тонкого измельчения материалов

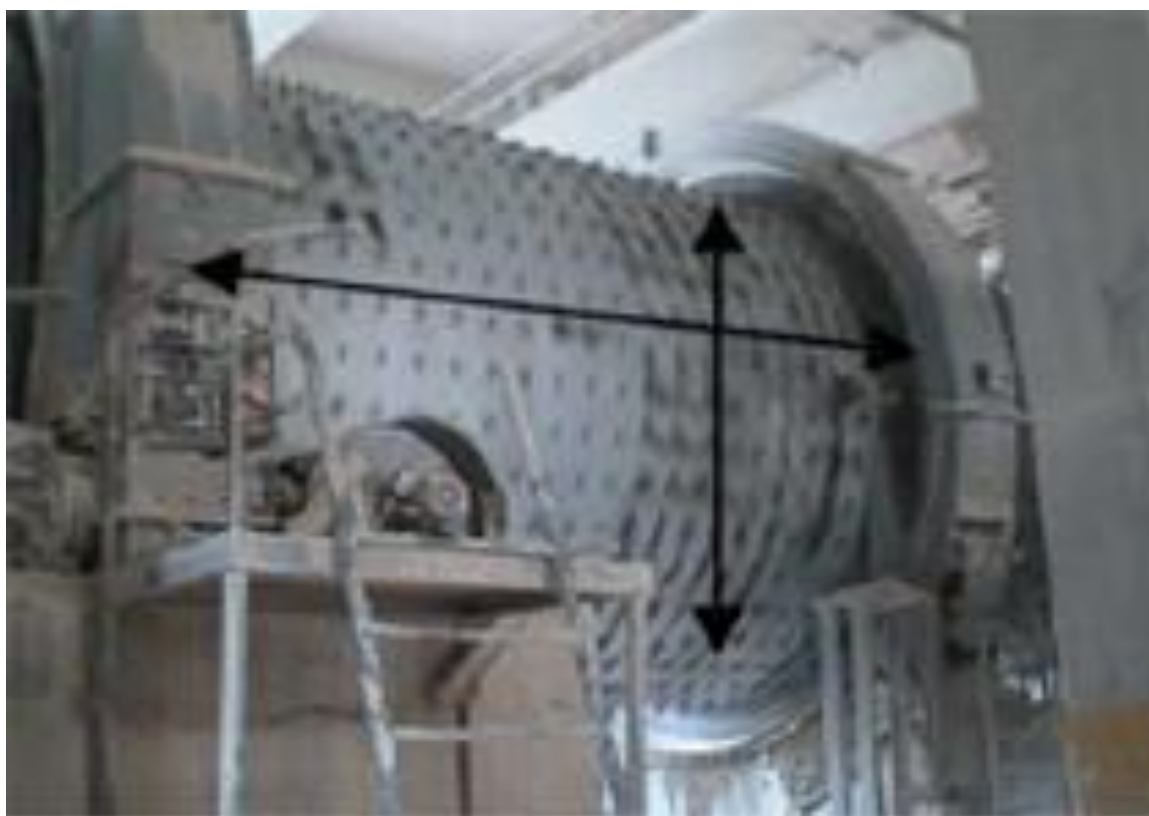
1.2. Анализ эффективности измельчения в шаровых мельницах замкнутого цикла.

1.3. Сравнительный анализ технологических систем помола сырья и цемента.

1.4. Сравнительный анализ параметров зернового состава продуктов помола по различным технологическим схемам

1.5. Цель и задачи исследований

1.6. Выводы.





Адабиётлар рўйхати.

1. Ислом Каримов. 2012 йил Ватанимиз тараққиётини янги босқичга кўтарадиган йил бўлади. Т.: Ўзбекистон, 2012 й., 11-бет.
2. Юсуфбеков Н.Р, Нурмухамедов Х.С ва бошқалар. “Кимё ва озиқ-овқат саноатларининг асосий жараёнлари ва қурилмаларни ҳисоблаш ва лойиҳалаш” –Тошкент, - ТошКТИ, 2000-231 бет.
3. Банит, Ф.Г. Механическое оборудование цементных заводов. / Ф.Г. Банит, ОА. Нивижский. Изд. 2-е, перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1975. - 318 с.
4. Островский Г.М. Прикладная механика неоднородных сред. Санкт – Петербург: Наука, 2000. – 359 с.
5. Бауман В.А., Мартинов В.Д., Клушанцев В.П. Механическое оборудование предприятий строительных материалов, изделий и конструкций. М., «Машиностроение», 1981. – 324 с.
6. Сапожников М.Я., Механическое оборудование предприятий строительных материалов, изделий и конструкций. М: «Высшая школа», 1971.
7. Банит Ф.Г., Несвижский О.А. «Механическое оборудование цементных заводов», М., Машиностроение, 2002.
8. Печенкин С.И. Руководство по курсовому проектированию печей и сушил силикатной промышленности. Часть 1. Расчет горения топлива. Аэродинамические расчеты. Свердловск:УПИ, 1980. 52с.
9. Беседин, П.В. Исследование и оптимизация процессов и технологии цементного клинкера Текст./ П.В. Беседин, П.А. Трубаев; Под общ. ред. П.В. Беседина- Белгород: Изд-во БелГТАСМ, БИЭИ, 2004.- 420 с.
10. Боганов, А.И. Механическое оборудование цементных заводов Текст.: учеб. пособие для техн. специальностей хим. технол. вузов и фак. — М. :

Машгиз, 1961. 384 с. с черт. ; 22 см. — Библиогр. в конце глав. — 9000 экз. (в пер.).

11. Бондаренко, Ю.А. Автоматизация процесса выбора углов установки и геометрических параметров ротационного резца при обработке цапф шаровых трубных мельниц Текст./ Ю.А. Бондаренко// Сборник трудов. М.: ВНИИЭСМ, 1990. С. 1-5.

12. Журавлев М. И., Фоломеев А. А. Механическое оборудование предприятий вяжущих материалов и изделий на базе их. М.: Высшая школа, 1983. - 314 с.

13. Лоскутов Ю. А. и др. Механическое оборудование предприятий по производству вяжущих строительных материалов. М.: Машиностроение. 1986. – 376 с.

14. Т.А. Отақўзиев, З.А. Мухамедбоева Кимё саноатида майдалаш
Тошкент Ўзбекистон 2004. 125 б.

16. Ходоров, Е.И. Печи цементной промышленности Текст./ 2-е издание, дополненное и перераб. — Д.: Стройиздат. Ленинградское отделение, 1968.-456 с.

17. Дытнерский Ю.И. Процессы и аппараты химической технологии. Том 2. М.: Химия, 1995. –368 с.

18. Юсупбеков Н.Р. (ред). Кимёвий технология асосий жараён ва курилмалари. Тошкент: Шарк, 2003. -644 б.

19. Салимов З.С. Кимёвий технологиянинг асосий жараёнлари ва курилмалари. Тошкент: Ўзбекистон, 1999. -465 б.

20. Бондаренко, Ю.А. Анализ влияния режимов резания на шероховатость обрабатываемой цапфы Текст./ Ю.А. Бондаренко, М.А. Федоренко// Промышленность строительных материалов. Сер. 1. Цементная промышленность. М.: ВНИИЭСМ. 1991.

21. Бондаренко, Ю.А. Бездемонтажное восстановление цапф трубных мельниц Текст./ Ю.А. Бондаренко, М.А. Федоренко// Строительные материалы. М.: -2003.-№8.-С. 16.
22. Бондаренко, Ю.А. Восстановление поверхности катания крупногабаритных деталей приставными станками Текст./ Ю.А. Бондаренко, А.А. Погонин, М.А. Федоренко, А.Г. Схиртладзе// Ремонт, восстановление, модернизация. 2005. - №6. - С. 15-18. - ISSN № 1684-2561.
23. Бондаренко, Ю.А. Восстановление работоспособности цапф трубных мельниц Текст./ Ю.А. Бондаренко// ВНИИЭСМ. Экспресс-обзор. Ремонт, эксплуатация и защита от коррозии оборудования строительных конструкций. Сер. I. Вып. 7. 1990. С. 8-10.
24. Вальтер Г. Дуда. Цемент.- Пер. с англ. М.: Стройиздат, 1982. 464 с.
25. Скобло А.И., Трегубова И.А., Молоканов Ю.К. Процессы и аппараты нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности. М.: Химия, 1992. 584 с.
26. Вдоченко В.С., Мартынов М.И. Энергетическое топливо СССР. М.: Энергоатомиздат, 1990. 126с.
27. Сапожников М.Я., Дроздов Н.Е. Справочник по оборудованию заводов строительных материалов. М.: Госстройиздат, 1970. -487 с.
28. Пьячев В.А., Капустин Ф.Л. Тепловые и технологические расчеты вращающихся печей для обжига цементного клинкера. Екатеринбург: УПИ, 1992. 34с.
29. Печенкин С.И. Руководство по курсовому проектированию печей и сушил силикатной промышленности. Часть 1. Расчет горения топлива. Аэродинамические расчеты. Свердловск: УПИ, 1980. 52с.
30. Печные агрегаты цементной промышленности / С.Г. Силенок, Ю.С. Гризак, В.Н. Лямин и др. М.: Машиностроение. 1984. 168с.
31. Строительные материалы. Справочник / А.С. Болдырев, П.П. Золотов, А.Н. Люсов и др. М.: Стройиздат, 1989. 567с.

32. Стандарт предприятия. Комплексная система управления качеством подготовки специалистов. Общие требования и правила оформления дипломных и курсовых проектов: СТП УПИ 1-90. Свердловск: УПИ, 1990. 33с.
33. Бауман В.А., Мартынов В.Д., Клушанцев В.П. Механическое оборудование предприятий строительных материалов, изделий и конструкций. М., «Машиностроение», 1981. 324 с.
34. Сапожников М.Я., Механическое оборудование предприятий строительных материалов, изделий и конструкций. М: «Высшая школа», 1971.
35. Соколов В.Н. (ред.) Машины и аппараты химических производств. Примеры и задачи. Санкт Петербург: Политехника, 1992.
36. Иванов В.В. Аспекты отечественного рынка кровельных материалов// Строительные материалы, 2008. № 9. С.4-7.
37. Садуллаев Х.М. и др. Исследования в области разработки аппаратуры для проведения процессов в гетерогенных средах. В сб. «Проблемы научно-технического прогресса» (межвуз. сб. научн. трудов). Фергана-Ош. 1998.
38. Вальдберг А.Ю., Николайкина Н.Е. Процессы и аппараты защиты окружающей среды. М.: Дрофа, 2008. -239 с.
39. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. М.: Альянс, 2004. -750 с.
40. Айнштейн В.Г. (ред.). Общий курс процессов и аппаратов химической технологии. В 2-х томах. М.: Логос, 2006. -912 с.
41. Пат. №2011133 Российская Федерация, МПК7 В 27 В 7/22. Опора вращающегося барабана. Автор А.А.Бутаков.
42. Пат. №2109239 Российская Федерация, МПК7 В 27 В 7/22. Следящая опора вращающейся печи. Автор С.В.Овсянникова.

43. Патент Российской Федерации №2162582 МПК7 В 27 В 7/22 Вращающаяся печь. Авторы С.В.Овсянникова и О.С.Ковалев.
44. Промышленная геодезия фирмы Leica. М: Издательство литературы по строительству. 2001г.
- 45.Павлов К.Ф., Романков П.Г., Носков А.А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии. М.: Альянс, 2007. –575 с.