

**Ж.К. Абдугулова\*, Б.А. Бектұрған, Е.Б.Қабзитов**

Л. Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Нұр – Сұлтан, Қазақстан

\*e-mail: janat\_6767@mail.ru

## **ТЕМІРБЕТОН БҰЙЫМДАРЫН ӨНДІРУГЕ АРНАЛҒАН ҚҰЮ МАТЕРИАЛДАРЫНЫҢ ПРОЦЕСТЕРІН БАСҚАРУДЫҢ ОҢТАЙЛЫ ЖҮЙЕСІН АВТОМАТТАНДЫРУ**

**Андатпа.** Бұл мақалада темірбетон бұйымдарын өндірудің стенд, конвейер және агрегаттық әдістері қолданылады. Темірбетон бұйымдарын өндіруге қосылатын химиялық және минералды қоспаларды қолдана отырып, темірбетон бұйымдарын тасымалдау, жеткізу және ыңғайлы сақтау әдістері көрсетілген, темірбетон бұйымдарын әзірлеудің математикалық моделі ұсынылды. Математикалық моделдеу әдістері, автоматты басқару және алгоритмдер теориясы пайдаланылады. Өндірістік процестерді модельдеу және жүйелік талдау кәсіби математикалық пакеттер қолданылады. Мөлшерлеу процесінің математикалық моделі ингредиенттердің жаппай шығуының бақылау әсерлеріне математикалық тәуелділігін белгілеуді қамтамасыз етеді, әр түрлі диспенсерлер үшін олардың өнімділігінің есептеу формулалары әр түрлі болады. Сұраныстың өзгеруіне байланысты дайын құрастырмалы өндіріс процесінің моделі жасалады, басқару параметрлері өзгермелі құрама темірбетон өндірісін басқарудың автоматтандырылған жүйесі қарастырылған.

**Негізгі сөздер:** темірбетон, цемент, конвейер, хоппер, стенд, болат, арматура.

**Кіріспе.** Қазіргі уақытта әртүрлі мақсаттарға арналған конструкциялар мен бұйымдар танымал. Ең танымал конструкциялардың бірі - темірбетон бұйымдары. Темірбетон бұйымдарын өндіру әдістері мыналарды қамтиды:

- күшейту;
- колонды қабылдау және таңбалау;
- қиылысуларды нысандарын;
- араластыру цехына бетон қоспасын дайындау, мөлшерлеу және тасымалдау;
- пішіндерді тазалау және майлау;
- дайын темірбетон бұйымдарын қоймаға жөнелту.

Қазақстанда «Темірбетон» ЖШС – электр желісі нысандары мен қосалқы станциялар құрылысын центрифугаланған және тербеліске ие темірбетон тіреулермен қамтамасыз ететін өндірістік кәсіпорын, сондай-ақ теміржол мен кәдуілгі құрылысқа арналған темірбетон бұйымдар мен конструкциялардың түр-түрін шығарады. Кәсіпорын Қазақстандағы бұйымдарды центрифугалық қалыптау технологиясына ие жалғыз компания. Өндіріс базасының аумағы, шығарылатын өнімнің саналуан түрі мен мөлшері жағынан «Темірбетон» ЖШС Қазақстанның Энергетика саласындағы ең ірі кәсіпорындар қатарына кіреді. Tassay TemirBeton ЖШС - компаниясы бетон, гипс және цемент өнімдерінің кең ассортиментін шығарады, сонымен қатар дайын бетонмен қамтамасыз етеді. Шымкент қаласы бойынша әр түрлі маркалы дайын бетондарды жеткізуді ұйымдастырады. Оңтүстік Қазақстанда құрылысқа қажетті бұйымдардың 80 пайызы өндіріледі. Бүгінгі таңда аймақта құрылысқа арналған жабдықтар, бұйымдар мен конструкциялар шығаратын 30 ірі және орта кәсіпорын, 125-тен астам цех жұмыс істейді. Солардың бірі - «Оңтүстік құрылыс сервис» ЖШС-гі. Шымкенттегі темір-бетон өнімдерін шығаратын индустриалды құрылыс комбинаты жұмыс істейді.

Құрылыстың тез өсуі және жетілдірілуі – келе жатқан ғасырдың маңызды тенденцияларының бірі. Тұрғын үй, қоғамдық және өндірістік ғимараттардың құрылысында бетон және темірбетон бұйымдары кеңінен қолданылады.

Қазіргі заманғы құрылыста шикізат түрі, ғимараттар мен құрылыстардың алдын-ала және монолитті құрылысында өндіріс технологиясы бойынша ерекшеленетін әртүрлі мақсаттағы бұйымдар мен конструкциялар кеңінен қолданылады. Ең жаппай құрылымдардың бірі - зауыттарда немесе полигондарда жасалған және құрылыс объектілеріне дайын түрде жеткізілетін темірбетон. Темірбетон бұйымдарын шығаратын кәсіпорындарда өндірілетін өнімнің сапасын тұрақтандыру үшін басқару жүйелері енгізілуде, бұл бетонның ең қымбат компоненті - цементті үнемдеуге мүмкіндік береді.

Нарық жағдайында мұндай кәсіпорындардың болуы өндіріс процесінде икемді өзгеру мүмкіндігінің болуын болжайды. Мәселен, өнімге сұраныстың күрт, бірақ қысқа мерзімді өсуімен қысқа мерзімде қойылатын талаптарға қол жеткізетін өнімдерді шығару үшін технологиялық желіні орнату қажет. Өнімге деген сұраныстың төмендеуімен-өндіріс шығындарын мүмкіндігінше азайту. Өндірілетін өнімнің сапасын тұрақтандыратын басқару жүйелерінен басқа, темірбетон зауыттары үшін қазіргі нарықтық жағдайға сәйкес кәсіпорынның өмірін қамтамасыз ете алатын өндірістік процесті басқарудың осындай стратегиясын жасауға мүмкіндік беретін автоматтандырылған басқару жүйелерін енгізу өзекті болып табылады.

Бұл мақаланың мақсаты кәсіпорынның егжей-тегжейлі сипаттамасын қарастыру, өндіріс процесінің негізгі кезеңдерін қарастыру үшін келесі міндеттерді шешу қажет:

1. Құрастырмалы темірбетон өндірісінің технологиялық процесін (ТР) басқару объектісі ретінде зерттеу:

- а) құрастырмалы темірбетон өндірісінің қолданыстағы технологияларын зерттеу;
- ә) технологиялық операцияларды зерттеу;
- б) бетонның сапасы мен қасиеттерінің көрсеткіштерін қарастыру;
- в) бетон қоспасы мен темірбетон бұйымдарының қасиеттерін бақылау және басқару мүмкіндігіне талдау жүргізу;
- г) темірбетон зауытының өндірістік процесіне ауыспалы сұраныстың әсерін зерттеу; өндірістік процесс режимдерінің өзгеруінің өнімнің сапасы мен өзіндік құнына әсерін зерттеу.

2. Өзгермелі сұраныс жағдайында құрастырмалы темірбетон өндірісінің технологиялық процесінің имитациялық моделін әзірлеу.

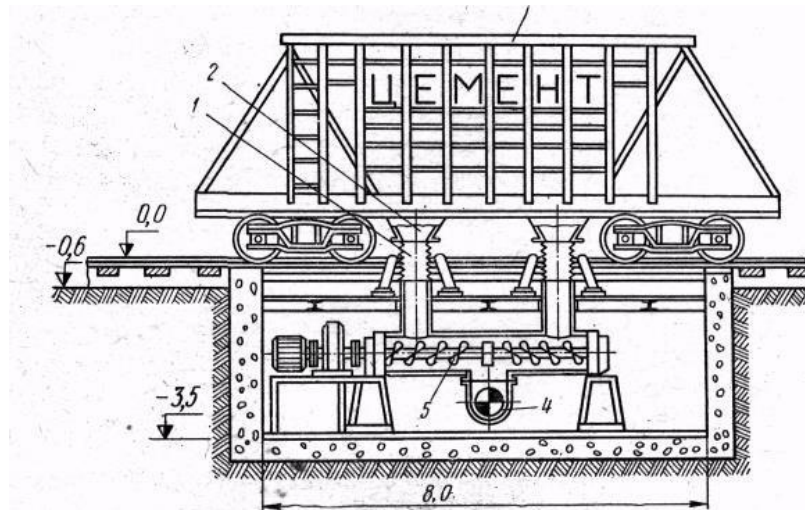
3. Басқарудың ауыспалы өлшемдерімен құрастырмалы темірбетон өндірісін басқарудың автоматтандырылған жүйесін әзірлеу:

- Технологиялық процестің математикалық моделі үшін басқарудың әртүрлі стратегияларын беру мүмкіндігін қамтамасыз ету;
- басқарудың әртүрлі стратегияларының өндірістік процестің нәтижелеріне әсерін зерттеу;
- өндірістік процеске сұраныстың өзгеруінің теріс әсерін азайту тәсілдерін анықтау;
- нақты кәсіпорынға әзірленген басқару жүйесін енгізу үшін қажетті іс-шаралар тізбесін әзірлеу;
- әзірленген басқару жүйесін енгізу перспективаларын қарастыру.

**Материалдар және зерттеу әдістері.** Математикалық моделдеу әдістері, автоматты басқару теориясы, алгоритмдер теориясы пайдаланылады. Өндірістік процестерді модельдеу және жүйелік талдау кәсіби математикалық пакеттерді (Scada, Simulink) қолдану арқылы жүргізіледі.

Шығарылатын өнімге өзгермелі сұраныстан туындаған басқарудың өзгеретін критерийлері жағдайында алдын-ала дайындалған темірбетон бұйымдарының өндірісін басқару жүйесі мен технологиялық процесіне талдау жасалады. Осы талдау негізінде құрастырмалы темірбетон бұйымдары өндірісін басқарудың автоматтандырылған жүйесі әзірленеді. Темірбетон бұйымдарын өндіру процесінде қолданылатын тәсілдер мен әдістер қарастыла отырып, анализ жасалады. Темірбетон бұйымдарын жасау үшін қолданылатын химиялық қоспалар зерттеледі.

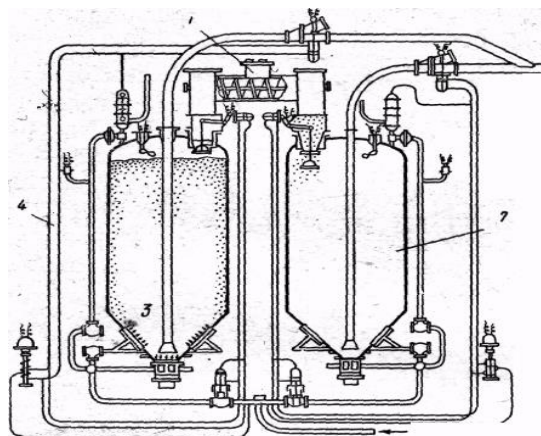
Маневрлік локомотивпен "беру" вагондарды есептік немесе нақты мөлшерде тіркеу түсіру үшін түсіру жолына беріледі. Оларды одан әрі жылжыту және қабылдау құрылғысының үстіндегі көрме тарту шығырлары немесе жетек итергіштері арқылы жүзеге асырылады әдетте 5 немесе одан аз вагоннан платформадан беру үшін. Сурет 1 сәйкесінше, хоппер типтегі мамандандырылған вагондардан ауырлық және жабық вагоннан сору типіндегі пневматикалық жүк көтергіш цементті түсіру нұсқалары көрсетілген.



**1-сурет.** Бункерлік үлгідегі темір жол вагоны (хоппер) түсіру кезінде 1- икемді қабылдау жеңі; 2 - түсіру люгі; 3 - өздігінен түсірілетін вагон; 4 - бұрама немесе камералық сорғыға цемент беруге арналған көлденең бұрама транспортер; 5 - екі жақты бұрама транспортер.

Темір жол цистерна-цемент тасушыларынан түсіру одан әрі автомобиль цемент тасушыларынан түсіру технологиясына ұқсас жүзеге асырылады. Цементпен жұмыс істеу үшін сығылған ауаны кептіру керек, ол үшін алдымен май ұстайтын сүзгілер арқылы, содан кейін арнайы сүзгілер силикогель және басқалары арқылы өтеді.

Цементті қоймадан бетон араластырғыш тораптарға беру үшін шығыс бункерлері бойынша бөлінетін бетон араластырғыш тораптардың бункер үстіндегі бөлімшесіне пневмокөлікті пайдаланады (сурет 2).



**-сурет.** Екі камералы пневматикалық сорғы 1-куат беретін шнек; 2-резервуар; 3-түбінің аэрацияланған учаскелері; 4-сығылған ауа құбыры.

Сонымен қатар, цемент қоймасын жабық вагондардан байланыстырғышты қабылдау үшін жабдықтаған кезде жеткізу қашықтығы 200 м-ге дейін, биіктігі 30 м-ге дейін және өнімділігі 100 т/сағ дейінгі пневмосасығыш сорғылар қолданылады.

"Хоппер" жабық вагондарынан толтырғыштарды түсіру ауырлық күшімен жүзеге асырылады. Түсіру процесін ынталандыру үшін ілулі вибраторларды қолдануға болады. Аударылмалы платформалар пневматикалық думпкарлар осы платформалармен жабдықталған және түсіру үшін сығылған ауа желісіне қосылған пневматикалық көтергіштердің көмегімен "бортқа" түсіріледі.

Толтырғыштарды сақтау олардың араласуына жол бермей, түрлері, маркалары, фракциялары бойынша бөлек жүзеге асырылады. Сақтау кезінде толтырғыштарды ластауға және мұздатуға жол берілмейді. Толтырғыштарды сақтауға арналған қоймалардың түрлері.

Ашық қоймалар: қатарлық, қатарлық-эстакадалық, эстакадалық - траншеялық, қатарлық - сақиналық, эстакадалық - жартылай бункерлік - траншеялық, материалдарды сақтауға жалпы жақындаған кезде техникалық жарактандырудың әртүрлі дәрежесімен сипатталады - олар ашық және қоршаған ортаның тікелей әсеріне ұшырайды.

Сұрыптау - бастапқы материалды фракциялар бойынша бөлу, оларды кейіннен мөлшерлеу үшін агрегаттың минималды бос және нақты бетін қамтамасыз етеді, бұл бетондағы цемент шығынын азайтуға мүмкіндік береді.

Байыту - кеуектілік пен меншікті бетті барынша азайту мақсатында оның гранулометриялық құрамына жетіспейтін фракцияларды енгізу жолымен агрегаттың сапасын жоғарылатудың қатар жүретін немесе жеке іске асырылатын әдісі.

Толтырғыштарды жуу шанды, сазды және сазды фракцияларды алып тастауды көздейді, бұл оның дәндерінің бетін цемент тасымен байланыстыруды нашарлатады, бұл бетонның беріктігін төмендетеді. Сонымен қатар, олар бетон қоспаларының "су қажеттілігін" арттырады, өйткені олардың тепе-теңдігін қамтамасыз ету үшін су шығынын көбейту қажет, бұл бетонның кеуектілігінің жоғарылауымен бірге жүреді.

Минералды қоспалар келесі негізгі міндеттерді шешу үшін бетондарда қолданылады. Цементке бетонға дисперсті минералды қоспаларды енгізу бетондағы аралас байланыстырғыштың көлемін арттырады, агрегаттар қоспасының бос болуын және оның құрылымының құйылуын қамтамасыз етеді. Егер цементтің су қажеттілігі цементтің су қажеттілігінен аспаса және басқаша өссе, цемент белсенділігінің шамамен төмендеуі енгізілген қоспа массасының 1% - дан 1% - ға арақатынасын ескеру қажет.

Ауыспалы қанықтыру - кептіру, мұздату - еріту, тұз әсері аймағында пайдаланылатын бетонның, әсіресе сәндік немесе декоративтік бояуы бар бұйымдар (мысалы, тротуарлық және өзге де плиталар, борт тастары үшін тұздың пайда болуын төмендету үшін белсенді  $\text{SiO}_2$  құрамында кемінде 85% массасы бар микрокремнезем – минералды қоспа ретінде, цемент массасының 5% мөлшерінде техникалық және экономикалық негіздемеде 10% дейін қолдану ұсынылады.

Минералдық қоспаларды жеткізуді, түсіруді, сақтауды олардың агрегаттық жай-күйіне байланысты жүзеге асырады. "Кесек" қоспалармен шлактар, пемзалар, туфтар және т.б. жұмыстар толтырғыштарды қабылдау және сақтау схемасы бойынша жүргізіледі. Ұнтақталғаннан кейін (негізінен шар диірмендерінде ұнтақтау) құрғақ (ұнтақ түрінде) - цемент схемасы бойынша. Ылғал ұнтақтау жағдайында алынған целлюлоза масса тасымалданады, жиналады және өнімді өндірудің осы технологиялық процесінің ерекшеліктеріне сәйкес қолданылады.

Бетонға арналған су. Цемент бетонын жабу үшін ағынды ауыз су және техникалық су қолданылады. Бетон және ерітінді қоспаларын дайындау, бетонды суару және агрегаттарды жуу үшін суға келесі талаптар қойылады. Су құрамында химиялық қосылыстар мен қоспалар болмауы тиіс, олар цемент қамырын орнату мерзіміне, бетонның қатаю жылдамдығына, беріктігіне, аязға төзімділігіне және су өткізбеушілігіне, арматураның коррозиясына кесте 1-де көрсетілген нормалардан асатын шектерде әсер етуі мүмкін.

1-кесте. Химиялық қосылыстар мен қоспалардың құрамын шектеу

Судың аты	Шекті құрамы, мг, л			
	Еритін тұздар	Ион сульфаты	Хлорид иондары	Өлшенген бөлшектер
1	2	3	4	5
1. Алдын ала кернеулі темір-бетон конструкцияларын және айдалатын ерітіндіні дайындау кезінде бетон қоспасын тығындау үшін	3000	2000	600	200
2. Бекітілмейтін арматурасы бар бетон және темірбетон конструкцияларын дайындау кезінде бетон қоспасын, сондай-ақ құрылыс сылақ ерітінділерін және арматураланған тас қалауға арналған ерітінділерді бекіту үшін.	5000	2000	2000	200
3. Биік жерлердің пайда болуын шектеу бойынша талаптар қойылмайтын бетон арматураланбаған конструкцияларды дайындау кезінде бетон қоспасын, сондай-ақ арматураланбаған тас қалауға арналған құрылыс ерітінділерін бекіту үшін.	10000	2000	4500	300
4. Толтырғыштарды дымқыл сұрыптауды және салқындатуды қоса алғанда, толтырғыштарды жууға арналған	5000	2700	2000	500
5. Конструкцияларды, омонолиз - лауға жататын жіктердің беттерін және су ағызатын конструкциялардың беттерін бетондау үзілістері кезінде жұмыс жіктерін суару үшін, сондай-ақ бетон массивін құбырмен салқындату үшін	3000	2000	600	200
6. Бетон және темірбетон конструкцияларының сыртқы беттерін суару үшін	5000	2700	2000	500
7. Бетон конструкцияларының сыртқы беттерін суару үшін (су төгетін құрылымдардың беттерін қоспағанда), егер бетінде түсулер мен биіктіктер пайда болуы мүмкін болса	35000	2700	20000	500

**Алынған нәтижелер және нәтижелерді талқылау.** Бұйымдарды дайындаудың технологиялық процессін ұйымдастырудың тәсілдері, технологиялық желілерді құрастыру шешімдері. Стендтік өндіріс әдісі: мәні, қолдану саласы, технологиялық желілердің типтері.

Мәні және қолдану саласы. Стенд әдісі немесе технология пішіндердің стендтер, борт жабдықтары, паллеттер қозғалмайтындығымен сипатталады, ал технологиялық процесті жүзеге асыру кезінде орындаушылар мен жабдықтар қозғалады. Дайындық операциялары тазалау, майлау, арматуралау негізінен арматураны алдын ала тарту арқылы, қалыптау бетонды беру, төсеу және тығыздау, қосымша операциялар мысалы, қалыпталған бұйымдардың бетонын гидро, жылу оқшаулау және т.б. және жылумен өңдеу стендте стационарлық жағдайда, яғни бұйымдарды бөлшектеу сәтіне дейін қозғалмай жүзеге асырылады.

Бұл жағдайда технологиялық циклдің барлық операциялары өнімді бөлшектеуден және термиялық өңдеуден бастап дәйекті түрде жүзеге асырылады. Нәтижесінде бұл әдіс технологиялық циклдің ең үлкен ұзақтығымен сипатталады конвейермен немесе агрегаттық-

ағындық әдістермен салыстырғанда. Бетонды қатайту термиялық өңдеу аяқталғаннан кейін қажетті ұзындыққа кесілген ұзын өлшемді, тұтас дайындалған өнім түрінде қалыптасатын алдын-ала керілген көп қуыс еден плиталарын өндірудің стендтік технологиясы дамыды.

*Ұзын стендтер* алдын ала керілген бұйымдарды пакеттік, созылмалы және теспей қалыптау, сондай - ақ кернеусіз арматурасы бар бұйымдарды жасауға арналған стендтерге бөлінеді.

*Пакеттік стендтер* тікелей қалыптау цехында алдын-ала арматураны дайындауға арналған тиісті жабдықтары бар мамандандырылған желілермен жабдықталғандығымен сипатталады. Мысалы, пакеттерді немесе сымнан жасалған жіптерді; өлшеуіш ұзындықтағы "қамшыға" дайындалатын өзекті арматурадан жасалған арматуралық элементтерді; арқаннан жасалған арматуралық элементтерді және т. б.

*Созылған стендтер* кернеулі арматураның стендтің пішініне және оның тіректеріне технологиялық желінің бір шетінен басталып, стенд сызығының бүкіл ұзындығы бойымен тартылатындығымен сипатталады және келесі кернеу үшін қарама-қарсы жақтың тіректеріне бекітіледі.

*Палубасыз қалыптау стендтері* ұзақ созылған стендтер тобына жатады. Олардың ерекшелігі-өнімнің конфигурациясын құрайтын стационарлық формалардың болмауы.

Өндірістік тәжірибеде қысқа стендтердің келесі түрлері қолданылады:

- стенд-арқалықтар, фермалар және басқа да бұйымдарды дайындауға арналған күштік қалыптар; олардың конструкциясы пішінді тіреулерге бекіте отырып тартылатын, Керілетін арматурадан күштерді қабылдауды қамтамасыз етеді. Дайындалатын бұйымдардың типажына байланысты күштік стенд-қалыптар бетонды жылумен өңдеуді жүзеге асыруға арналған бу жейделерімен жарақталуы, не қалыптаушы элементтердің функциясын жүзеге асыруы және булау құрылғыларында шұңқырлы камераларда немесе алмалы-салмалы қалпақтардың астында орналасуы мүмкін;

- стенд-жылжымалы тіректері бар формалар конструкциясы күштік формалармен салыстырғанда металл сыйымдылығы аз, өйткені арматураның керілу күші одан тәуелсіз тіректерді қабылдайды, ал пішін элементтері пішін құраушы жабдық болып табылады; бірақ бұл жағдайда шығарылатын тіректерге бекітілген арматуралық элементтердің ұзаруына байланысты кернеулі арматураның шығыны артады;

- стенд-камералар, олардың дизайны еденнің шұңқырлы камерасында пішіннің орналасуын қамтамасыз етеді, ал камера қабырғалары тірек ретінде қызмет етеді; шын мәнінде, бұл стенд формаларының алдыңғы нұсқасының бір түрі, сол кемшілігі бар-арматураны тұтынудың артуы.

Конвейерлік өндіріс әдісінің жалпы сипаттамасына бетон және темірбетон бұйымдарын өндірудің конвейерлік әдісінің мәні оларды өндірудің технологиялық процесі бір уақытта тиісті бекеттерде орындалатын элементтік циклдарға бөлінеді және бөлшектеу, қалыптарды дайындау, арматуралау және т. б. жатады.

Қалыптарды вагонеткаларды, тұғырларды, борт жабдықтамаларды посттан постқа ауыстыру ағынның есептік мәжбүрлі ырғағымен дискретті желілердің жекелеген нұсқаларында – үздіксіз жүзеге асырылады.

Әр түрлі конвейерлік желілердің жобалық шешімдерінде бір немесе екі қатарлы, бір немесе екі деңгейлі камералар; тунельді өтпелі еден, шығарылатын, тереңдетілген камералар; формаларды бұйымдармен тік көтеру-түсіру жылжытатын камералар; тік-ұяшықты формаларды бұйымдармен жеке орналастыратын өтпелі камералар; формаларды бүйірден жылжытатын; тунельді тұйық камералар; қалыптарды жеке қосатын термопакеттер және т. б. іске асырылады.

Конвейер желілерінің түрлері мен орналасу шешімдері.

Тігінен тұйықталған конвейерлер - бұйымдарды жылумен өңдеуге арналған тереңдетілген саңылаулы өту камераларымен жабдықталған технологиялық желілер. Қалыптар-вагоншаларды түсіруге, оларды жылумен өңдеу камераларына (итергіштерге)

беруге, технологиялық желінің жұмыс конвейеріне жылумен өңдеуден кейін көтеруге арналған шұңқырлар мен құрылғылардың болуымен сипатталады.

Жұмыс конвейері өндірілетін бұйымдарды дайындау үшін қажетті элементтік циклдердің технологиялық операциялары жүзеге асырылатын бекеттер жиынтығын білдіреді. Өндірістің агрегаттық-ағындық тәсілінің мәні және ұтымды қолдану саласы

Агрегаттық – ағындық немесе агрегаттық тәсіл темірбетон бұйымдары, конвейер сияқты, оларды өндірудің технологиялық циклін жеке мамандандырылған посттарда орындалатын элементтік циклдерге бөлуге негізделген.

Айырмашылықтар, біріншіден, қарапайым циклдерге аз бөлінеді, яғни ағынның ырғағы конвейерлік өндіріс әдісіне қарағанда аз посттармен ұзағырақ болады. Ең көп таралған жобалық шешімдерде өнімді өндірудің агрегаттық-ағындық әдісінің технологиялық желілері посттардың болуымен сипатталады: бөлшектеу-қалыптарды дайындау борт жабдықтары, арматуралау, қалыптау және термиялық өңдеу. Ағым ырғағының уақытын арттыру нәтижесінде осы желілердің өнімділігі бір типті бұйымдарды дайындау кезінде конвейерден төмен болады.

Екіншіден, посттар арасындағы формалардың қозғалысы крандармен жүзеге асырылады; сирек – қосымша механизмдермен немесе конвейер желілерін жабдықтауға тән құрылғыларды, мысалы, жетек рөлдерін - гангтарды, қалыптарды қолдана отырып. Бұл ағым ырғағының жоғарылауының себептерінің бірі.

Үшінші айырмашылық-өнімді термиялық өңдеу мерзімді жұмыс принципінің камераларында қондырғыларында жүзеге асырылады. Яғни, жылу агрегаттарының пайдаланылған нұсқасы үшін есептелген формалар санының жинақталуына қарай өнімдері бар паллеттер. Нәтижесінде өнімді өндірудің технологиялық циклы өндірістің конвейерлік әдісіне тән үздіксіз жұмыс принципі бар камераларда термиялық өңдеудің тәуелсіз жеке нұсқасымен салыстырғанда ұзартылады.

Сонымен қатар, өндірістің агрегаттық-ағындық әдісі технологияның "икемділігін" сипаттайды. Мұндай технологиялық желілер гетерогенді өнімдерді шығаруға өте қарапайым. Көбінесе бұл үшін тиісті борттық жабдықтың болуы жеткілікті. Шектеулер негізінен қалыптау бекеттерінің жабдықталуына, сондай-ақ бұйымдарды жылумен өңдеу камераларының габариттері мен жабдықталуына байланысты. Мамандандырылған технологиялық желілер өнімнің нақты түрлерін өндіру ерекшеліктеріне сәйкес жинақталады және жабдықтармен жабдықталады.

**Нәтижелерді талқылау.** Темірбетон бұйымдарын өндіру технологиясының бірнеше әдісі көрсетілген.

1. Стенд әдісі пішіндердің стендтер, борт жабдықтары, паллеттер қозғалмайтындығымен сипатталады, ал технологиялық процесті жүзеге асыру кезінде орындаушылар мен жабдықтар қозғалды.

2. Конвейер желілерінің тән ерекшелігі орындалатын операцияларға сәйкес оның бекеттерінің жабдықтары, сондай-ақ бұйымдарды жылумен өңдеу үздіксіз жұмыс істеу қағидатының камераларында (агрегаттарында) ұйымдастырылатындығы болып табылды.

3. Агрегаттық – ағындық тәсіл темірбетон бұйымдары, конвейер сияқты, оларды өндірудің технологиялық циклін жеке мамандандырылған посттарда орындалатын элементтік циклдерге бөлуге негізделген.

Бетон араластыру қондырғысын оңтайлы басқару мәселесін математикалық тұжырымдау. Мөлшерлеу процесінің математикалық моделі ингредиенттердің жаппай шығуының бақылау әсерлеріне математикалық тәуелділігін белгілеуді қамтамасыз етуі керек (қоректендіргіштің айналу жылдамдығы, шиберлердің орналасуы және т.б.) әр түрлі диспенсерлер үшін олардың өнімділігінің есептеу формулалары әр түрлі болады. Бетон араластырғыш қондырғыларда кеңінен қолданылатын барабан диспенсері үшін өнімділік формуласын қарастырыңыз:

$$Q = 0,06FLzn6kp \quad (1)$$

$Q$  - диспенсердің өнімділігі;

$F$  және  $L$  - тиісінше көлденең қиманың ауданы (м) және қалтаның ұзындығы (м);

$z$  - барабандағы қалта саны;

$k$ -бірлік үлесінде көрсетілген қалталарды толтыру коэффициенті (0,8);

$p$  - қалтаны толтыратын сусымалы өнімнің көлемдік массасы, кг/м<sup>3</sup>.

Уақыт өте келе айнымалыларды басқару жүйесі үшін осы қатынастағы барлық айнымалылардың ішінде қалады - барабан төңкерістерінің саны,  $p$  - қалтаны толтыратын сусымалы өнімнің көлемдік массасы. Бірақ  $p$  - бұл тітіркендіргіш әсер болғандықтан, оның өзгеруін автоматтандырылған басқару жүйесі өтейді.

Демек, дифференциалды түрде массаның I шығуының барабанның айналу жиілігіне тәуелділігі жазылады:

$$dQ/dt = k \, dn/dt \quad (2)$$

Оңтайлы рецептті есептеу міндеті келесідей тұжырымдалады: цемент, құм, қиыршық тас, су, химиялық қоспалардан тұратын бетон қоспасы компоненттерінің массалық қатынасын есептеңіз, онда әр компоненттің кіріс шегі мен рецепт сапасының шектеулерін ескере отырып, оның минималды құны қамтамасыз етіледі. Рецепттің сапасы оған кіретін компоненттердің санына байланысты, цемент, құм және қиыршық тас мөлшері бойынша анықталады.

Мәселені шешу саласы әр компоненттің минималды және максималды кіріс стандарттарының мәндерімен шектеледі, олар негізінен бетон сапасына қойылатын талаптармен анықталады (кесте. 2). Осы бетонға арналған стандарттарға сәйкес сапа көрсеткіштерінің мәндерімен, сондай - ақ рецептура бойынша санның теріс болмау шарттарымен белгіленеді.

2-кесте. Қоспа ингредиенттерінің компоненттері мен өлшеу диапазоны

Бетонды компоненттер (%)	min	Max
Щебень $x_1$	0	40
Құм $x_2$	0	40
Су $x_3$	10	20
Цемент $x_4$	20	40
Хим. қоспа $x_5$	0	5

Бетон формуласына сәйкес бетон қоспасын құрастыру мәселесінің математикалық моделі қоспаның құнын сипаттайтын мақсатты функциядан (сызықтық форма) тұрады.

$$F(x_i) = \sum_{i=1}^n c_i x_i \quad (3)$$

Сызықтық теңдеулер мен теңсіздіктер түріндегі шектеулер жүйесі:

$$A_{jmin} \leq \sum_{i=1}^n a_{ij} x_j \leq A_{jmax}$$

$$B_{jmin} = x_i \leq B_{jmax}$$

$$\sum_{i=1}^n x_i = 100$$



Бетон қоспасының дірілдеу режимдерін және олардың бетонның беріктігіне әсерін зерттеу

Бұйымдарды дайындау үшін қолданылатын бетон қоспалары көп жағдайда тығыздалады. Бетон қоспасының тығыздалуы бетонның қасиеттеріне араластырудан да үлкен әсер етеді. Тығыздау бетонның беріктігінің күрт төмендеуіне әкеледі, оның беріктігі мен басқа да қасиеттерін нашарлатады. Бетон қоспасын тығыздау үшін оған механикалық әсер етудің негізгі әдісі-діріл. Бетон қоспасының тығыздау сапасы дірілді өндеудің тандалған режимімен, оның қарқындылығы мен ұзақтығымен, сондай-ақ тандалған діріл режимінің параметрлерінің бетон қоспасының қасиеттеріне сәйкес келуімен анықталады.

Аса қатты қоспаларды тығыздау үшін тиегішпен дірілдеу, дірілді сығымдау және дірілді қалыптау қолданылады. Құбырларды қалыптастыру үшін центрифугалау жиі қолданылады. Бетон қоспасын тығыздаудың басқа әдістері де белгілі, бірақ оларға қойылатын талаптар бірдей — олар бетон қоспасын тығыздаудың белгілі бір дәрежесін қамтамасыз етуі керек. Кәдімгі ауыр бетон қоспасы үшін тығыздау коэффициенті, яғни нақты тығыздықтың есептелген тығыздыққа қатынасы кемінде 0,98 болуы керек және 1-ге жақындауы керек.

Есептеу мысалы, 1 м<sup>3</sup> бетонға материалдарды тұтыну кезінде Сатып алынған қоспаның тығыздау коэффициентін анықтаңыз: цемент 285 кг, су 175 л, құм 650 кг, қиыршық тас 1200 кг. цементтің тығыздығы - 3 кг/л; құм - 2,6; қиыршық тас - 2,58; су - 1.

Шешімі. Тығыздау коэффициентін екі жолмен есептеуге болады.

1. Сығылған қоспаның 1 м<sup>3</sup> құрамындағы материалдардың абсолютті көлемінің қосындысының қатынасы ретінде есептейміз.

Материалдардың абсолюттік көлемдерінің сомасы:  $(285/3) + (175/1) + (650/2,6) + 1200/(2,58) = 985 \text{ л} = 0,985 \text{ м}^3$ .

2. Орташа тығыздықтың қатынасы ретінде есептейміз. Есептелген орташа тығыздық:  $m_v^p = (285 + 175 + 650 + 1200)/0,985 = 2347 \text{ кг/м}^3$ .

Тәжірибелік (нақты) орташа тығыздық белгілі әдіспен анықталды және  $m_v^{\phi} = 2300 \text{ кг/м}^3$  құрады.

$$K_{\text{тығ}} = \frac{m_v^{\phi}}{m_v^p} = \frac{2300}{2347} = 0,979.$$

Оның берілген қарқындылығына байланысты діріл параметрлерін таңдау графигі көрсетілген. Көлеңкеленген аймақ тәжірибеде жиі кездесетін діріл жиіліктері мен амплитудаларына сәйкес келеді.

Қабылданған тербеліс параметрлері бар әр бетон қоспасы үшін дірілдің оңтайлы ұзақтығы бар.

Дірілдің жеткіліксіз ұзақтығымен бетонның толық тығыздалмауы және оның беріктігінің төмендеуі байқалады, тым ұзақ діріл бетонның тығыздығы мен беріктігінің айтарлықтай жоғарылауын бермейді.

Арматураның бетонмен байланысы арматура мен бетон арасындағы байланыс бетіндегі үздіксіз байланыс деп аталады, бұл олардың бірлескен жұмысын қамтамасыз етеді. Арматураның бетонмен байланысы олардың өзара ығысуға төзімділігін анықтайды. Жалпы ығысу кедергісі келесі негізгі физика-механикалық факторлармен анықталады:

- арматураның шығыңқы жерлері мен кедір-бұдырларының болуына байланысты бетонның майысуға және кесуге кедергісі;
- арматуралық өзектерді қысу салдарынан үйкеліс күштері;
- цемент желімінің адгезиясы салдарынан арматураны бетонмен желімдеу арқылы.

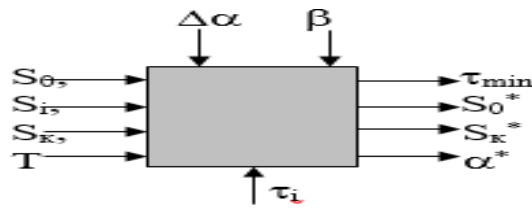
Арматуралық шыбықтар қалыптың қабырғалары арқылы өтетін жерлерде, мысалы, діріл кезінде цемент "сүтінің" ағып кетуіне жол бермеу үшін резеңке сақиналардың көмегімен тығыздау қажет. Ғимараттарды монолитті әдіспен салу кезінде немесе зауытта темірбетон

бұйымдарын жасау кезінде қалыпты жағдайда бетонның қатаюын тездету үшін цементті белсендірудің әртүрлі әдістері қолданылады: цементті құрғақ немесе дымқыл тәсілмен қосымша ұнтақтау (2-3% гипсті ұнтақтау кезінде қосымша енгізу мүмкіндігімен);

- пластификациялайтын қоспаларды, оның ішінде супер пластификаторлар қоспаларын пайдалану есебінен бітеу суын азайту;
- тез қататын немесе аса тез қататын байланыстырғыштарды қолдану;
- бетонның қатаюын тездететін химиялық қоспаларды енгізу.

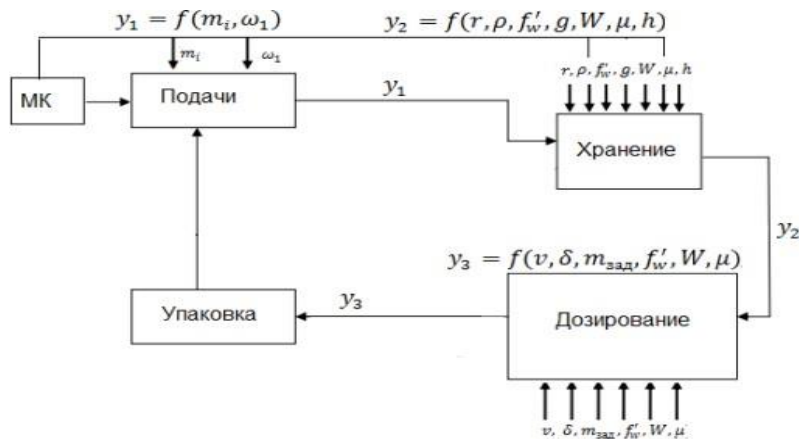
Кіріс, шығыс және бұзушы айнымалылардың тізімі

Шығыс сипаттамалары компонент элементтері мен заттарының консистенция дозаларында,  $S_0$ ,  $S_i$ ,  $S_k$  сынамасының тең массасында, тұрақты араластыру кезеңінде бірінші және соңғы орташа квадраттық сәйкессіздігімен тұрақты араластыру  $\Delta\alpha$  өзгерісінің сегменттері қалыптасады (сурет 3).



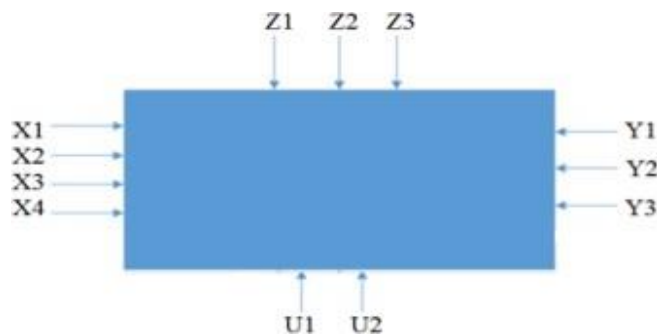
3-сурет. Жалпы процестің сипаттамалары

Өндіріс процесіндегі аралық операциялардың құрылымдық схемасы келесі сурет 4-те бейнеленген.



4-сурет. Өндіріс процесіндегі аралық операциялардың құрылымдық схемасы

Басқару объектісінің параметрлік түріндегі нысаны төмендегі сурет 5-те көрсетілген.



5-сурет. Басқару объектісінің параметрлік түріндегі нысаны

Мұндағы,  $X_1$ -ылғалдылық мөлшері,  $W$  [%];

$X_2$  - бөлшектердің мөлшері;

$X_3$  - ағу коэффициенті,  $Cd$ ;

$X_4$  - тұтыну,  $q_1$  [ $m^3$ ];

$U_1$ - дозатордың айналым жылдамдығы,  $\omega^1$  [рад/сек];

$U_2$ -бункерге кіру жылдамдығы,  $\omega^2$  [рад/сек].

Шығыс сипаттамалары ретінде қарастырамыз:

$Y_1$ -масса (көлемдік шығын),  $q^2$ [ $m^3$ ];

$Y_2$  – тиімділік,  $Q$  [өнім/мин];

$Y_3$  – бункердегі саны,  $h$ [м].

Бұзушы факторлар ретінде қарастырылады:

$Z_1$ -шығу коэффициентін түрлендіру,  $Cd$ ;

$Z_2$ -тығыздықты түрлендіру,  $\rho$ [кг/ $m^3$ ];

$Z_3$ -таратқыштың айналым жылдамдығын түрлендіру  $\omega^2$  [рад / сек].

Материалдарды қоймаға түсіргеннен кейін араластыру цехының қабылдау бункерлеріне таспалы қоректендіргіштер бойынша жіберіледі. Ол бункерлердің үстінде орналасқан, материалды автоматты түрде алты қабылдау силосына бөледі. Әр бункерде деңгей сенсоры бар, деңгей сенсоры өз кезегінде бункерлерде бетон қоспасын дайындау үшін қажетті материалдың мөлшерін анықтайды.

Дозаның жалпы көлемі пневматикалық секторлық ысырма мен ленталық конвейерді қолдана отырып, рет-ретімен орындалады. Дозалау электрлік жүктеме жасушасын қолдану арқылы жүреді. Таспалы конвейерлердің белгілі бір саны кеңейтілген сазды немесе басқа агрегаттарды үлкен мөлшерлеу үшін импульстік сенсорларды қолданады. Су жылы су мен сумен жабдықтау ыдысынан бетон араластырғышқа жіберіледі. Суды тарату үшін пневматикалық клапан және жүктеме жасушасы бар электронды таразы қолданылады. Әрі қарай, су тарату құбыры арқылы қажетті араластырғышқа ағып кетеді.

Бетон цехы сығылған ауаны қажетті жеткізумен және атқарушы механизмдерге дайындық жүйесімен жабдықталған. Сығылған ауаны бақылау жүйесі майлау және тазалау үшін арнайы өнімдерді қамтиды, дыбыс сіңіру және сығылған ауаны беру жылдамдығын бақылайды. Басты элементтері бетон араластырғыш торабы болып табылады:

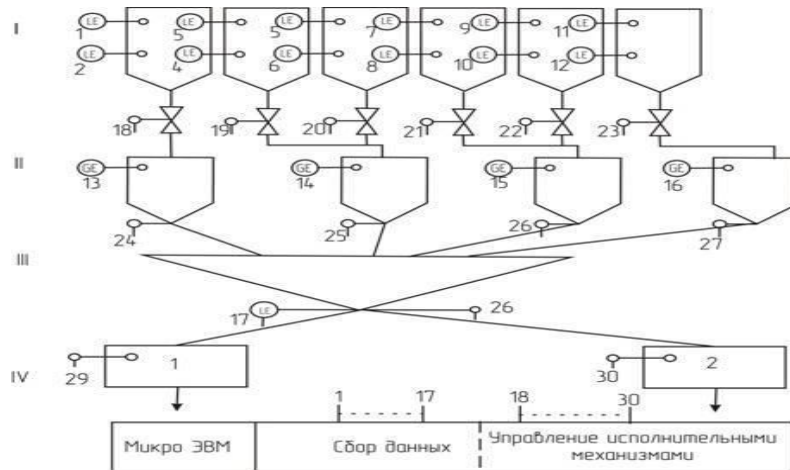
Тензометриялық сенсор – деформация шамасын электрлік сигналға түрлендіргіш. Сенсор пішінін қысу немесе созу кезінде қарсылық өзгереді, бұл деформация мөлшерін электр сигналына айналдырады.

Тензодатчиктерді тіректерде ұрлайды және мөлшерлегішке арнайы топсалы бекіткіштің қолдауымен қолданылады, соның салдарынан бөлшектерді тиеу кезінде мөлшерлегіштердің жанама қозғалысын өтеу үшін қажетті датчиктермен бірге жеткізіледі. Осылайша, жүктеме жасушасының Тік осі бойымен созылу күші процесі алынады.

Нақты салмақты өлшеу үшін штамм түрлендіргішті калибрлеу қажет. Калибрлеу бірінші рет қолданған кезде жасалуы керек және бөлшектерді өлшеудің қажетті дәлдігін сақтау үшін мезгіл-мезгіл жасалуы керек.

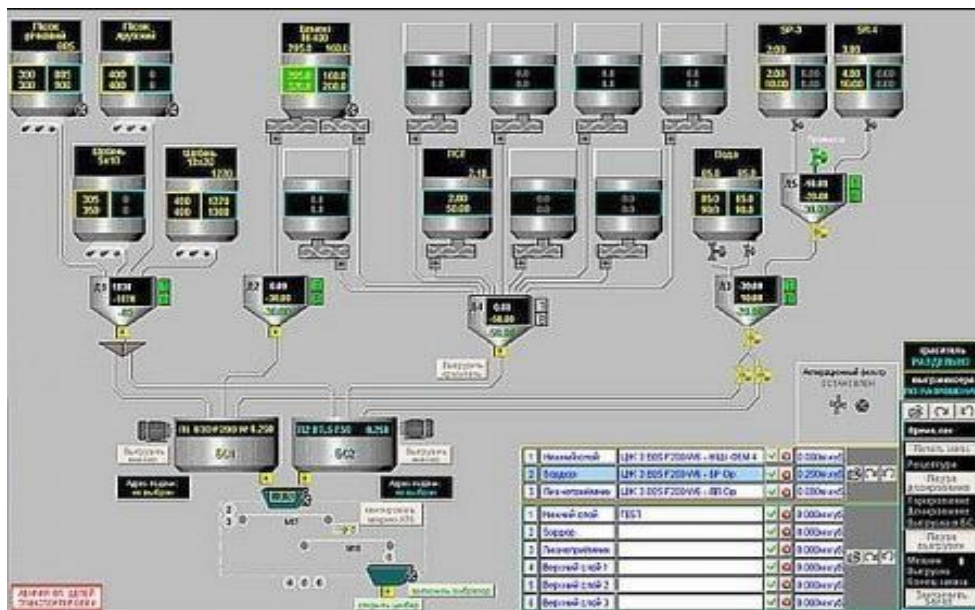
Бетон араластыру қондырғысын автоматтандырудың жеңілдетілген функционалды схемасы сурет 6-да көрсетілген.

Бетон қоспаларын дайындауға арналған өнімдерді мөлшерлеу және тасымалдаудың технологиялық процесін басқару жүйелерін автоматтандыру үшін қажетті SCADA Citect жүйесі таңдалды.



6-сурет. Бетон араластыру қондырғысын автоматтандырудың жеңілдетілген функционалды схемасы

SCADA Citect. ТП АБЖ (сурет 7) бетон қоспаларын өндірудің технологиялық процесін басқаруға және бақылауға және оларды автоматты және қолмен жұмыс режимінде жылжытуға мүмкіндік береді. Автоматтандырылған басқару жүйесі келесі жабдықтарды бақылауды жүзеге асырады: араластырғыштар, бетон қоспасының конвейерлері, сұйық және құрғақ материалдардың дозаторлары.



7-сурет. Бетон қоспаларын өндіру цехын тасымалдау және мөлшерлеудің қосалқы жүйелерінің АБЖ ТП схемасы

Автоматтандырылған басқару жүйесін енгізу технологиялық процесті келесідей ұсынады:

- Өнімнің мөлшерлеу процесін автоматты түрде басқару және бақылау және қажетті мөлшерге сәйкес дәл мөлшерлеуді қамтамасыз етеді;
- Дайын қоспаларды автоматты түрде тасымалдау және араластыру;
- Басқару пультінен қолмен режимде қоспаны түсіру және мөлшерлеудің технологиялық процесін диспетчерлік басқару;
- Апаттық жағдайлармен жұмыс істеу;
- Диспетчердің қажетті жұмысы үшін интуитивті-түсінікті интерфейс.

- Деректерді жинау және мұрағаттау.

Бағдарламалық-техникалық құралдар мыналардан тұрады:

1. салмақ терминалдары;

2. SCADA- Citect пакеті;

3. оператор панельдері;

4. "Q"сериялы "Mitsubishi Electric" фирмасының өнеркәсіптік

бақылаушылары. Қоспаларды мөлшерлеу АБЖ ТП мынадай деңгейлерге бөлінеді:

- Төменгі деңгей. Төменгі деңгейде дозаторлар мен тензометриялық датчиктер бар.

- Орташа деңгейі. Орташа деңгейде контроллерлер бар, араластыру және мөлшерлеу процесін басқаруға қажетті.

- Жоғарғы деңгейі. Жоғарғы деңгейде бетон қоспасының қозғалысын

және мөлшерін қолмен басқаруға және басқаруға арналған операторлық панельдер,

оларды мұрағаттау және диспетчерлік бақылау деректерін жинауға арналған SCADA- Citect жүйесі бар "АРМ" операторы бар.

Бетон қоспаларын жылжыту және мөлшерлеу АБЖ ТП-ның артықшылығы:

1. жылдам қайта бағдарламалау мүмкіндігі;

2. келіп түсетін ақпаратты алудың қажетті дәлдігінің КЕПЛІ;

3. әр түрлі кіріс ақпаратын өңдеу мүмкіндігі, сондай-ақ әртүрлі басқару сигналдарын өңдеу.

Siemens контроллері

"Siemens" өнеркәсіптік контроллерлері ТП АБЖ құру үшін талаптарға сай келеді.

Төменгі деңгейде SIEMENS контроллері, дәлірек айтқанда SIMATIC S7-300 бар.

Негізгі сипаттамалары: "SIMATIC S7-300" контроллері қосылатын модульдік дизайнға ие. Қиындықтардың әртүрлі деңгейлері әртүрлі

**Қорытынды.** Темірбетон-екі негізгі компоненттен тұратын құрылыс материалы: болат арматура және бетон. Бетон сығымдау үшін өте жақсы жұмыс істейді. Арматура созылу үшін керемет жұмыс істейді. Арматураның созылу күші бетоннан 100-200 есе көп. ТБК - да бұл екі материал бір-бірін толықтырады және берілген шеңберде ұсталады. Егер екі материал бетон және болат арматура бір бүтін ретінде жұмыс істейтін болса, яғни егер біз сығылу аймағында және бүгілетін ТБК созылу аймағында бірдей беріктік алсақ, онда темірбетоннан жасалған құрылыстың иілу кезіндегі беріктігі бірнеше есе артады. Бұған қол жеткізу үшін белгілі бір секцияның арматуралық шыбықтары кернеуге ұшыраған ТБК бөлігіне енгізіледі. Осының арқасында темірбетон бұйымдары иілу кезінде бұзылмайды және көптеген деструктивті жүктемелерге төтеп бере алады.

1. Жүргізілген зерттеулер нәтижесінде шығарылатын өнімге өзгермелі сұраныс жағдайына тән басқарудың ауыспалы өлшемдерімен құрастырмалы темірбетон бұйымдарын өндіру процесін басқарудың автоматтандырылған жүйесін құру тұжырымдамасы әзірленді. Біздің елімізде ең көп таралған өндіріс әдісі басқару объектісі ретінде таңдалды.

2. Бетон өнімдерінің негізгі қасиеттері мен сапа көрсеткіштері қарастырылған. Қамтамасыз етілуі керек сапаның негізгі көрсеткіші ретінде бетонның сығылу беріктігі анықталды. Тұрақсыз сұраныс жағдайында бетон қоспасы мен темірбетон бұйымдарының қасиеттерін басқару мүмкіндігіне талдау жасалды. Негізгі технологиялық тәуелділіктер зерттелді. Темірбетон бұйымдарының өзіндік құнының құрылымына талдау жасалды. Тұрақсыз сұраныс жағдайында өндіріс процесі режимдерінің өзгеруінің өнімнің сапасы мен өзіндік құнына әсері зерттелді.

3. Шығарылатын өнімге өзгермелі сұраныс жағдайында өндірістік процесті зерттеу мүмкіндігін қамтамасыз ететін құрастырмалы темірбетон өндірісінің басқарылатын технологиялық процесінің математикалық моделі жасалды. Модельдеу нәтижелерін модельдеу және өңдеу үшін бастапқы деректерді анықтау құралдары жасалды.

Өндірістік процестерді автоматтандырудың негізгі мақсаты-шикізат және отын-энергетикалық ресурстарды үнемдеуді қамтамасыз ету, қол операцияларын қысқарту, агрегаттарды, процестерді және тұтастай өндірісті басқару кезінде еңбек жағдайларын жақсарту, яғни технологиялық қайта бөлудің, цехтың, кәсіпорынның техникалық-экономикалық көрсеткіштерін арттыру. Автоматтандыруға арналған заманауи микро-есептеу техникасының ерекше кең мүмкіндіктерін, атап айтқанда үлкен сыйымдылығы бар және оларда өте күрделі басқару бағдарламаларын сақтауға мүмкіндік беретін ықшам сақтау құрылғыларының болуын ескере отырып, микропроцессорлық технологияны қолдана отырып, өте жоғары автоматтандыру деңгейі бар машиналар жасауға болады.

"Хоппер" жабық вагондарынан толтырғыштарды түсіру ауырлық күшімен жүзеге асырылады. Түсіру процесін ынталандыру үшін ілулі вибраторларды қолдануға болады. Аударылмалы платформалар осы платформалармен жабдықталған және түсіру үшін сығылған ауа желісіне қосылған пневматикалық көтергіштердің көмегімен "бортқа" түсірілді. Дәстүрлі платформалар жүк түсіретін машиналардың көмегімен түсіріледі немесе көп шөмішті өздігінен жүретін порталды жүк түсіргіштер. Соның көмегімен, егер оларды төменгі люктер арқылы түсіру мүмкіндігі болмаса, жартылай вагондар түсірілді.

Қорыта келе, темірбетон бұйымдарын әзірлеудің математикалық моделі ұсынылды. Мөлшерлеу процесінің математикалық моделі ингредиенттердің жаппай шығуының бақылау әсерлеріне математикалық тәуелділігін белгілеуді қамтамасыз етуі керек, әр түрлі диспенсерлер үшін олардың өнімділігінің есептеу формулалары әр түрлі болады.

Бетон қоспасын тығыздау үшін оған механикалық әсер етудің негізгі әдісі-діріл. Бетон қоспасының тығыздау сапасы дірілді өндеудің таңдалған режимімен, оның қарқындылығы мен ұзақтығымен, сондай-ақ таңдалған діріл режимінің параметрлерінің бетон қоспасының қасиеттеріне сәйкес келуімен анықталды. Кіріс, шығыс және бұзушы айнымалылардың тізімі анықталды. Бетон қоспаларын дайындауға арналған өнімдерді мөлшерлеу және тасымалдаудың технологиялық процесін басқару жүйелерін автоматтандыру үшін қажетті SCADA Citect жүйесі таңдалды.

#### ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Белоусов А.С. Автоматизация производства и управление на заводах сборного железобетона и ДСК. -Стройиздат. Ленингр. отделение, 2015. -174 с.

[2] Серия «Строитель». - Москва, 2016 г. // Электронная версия на сайте [https://bookucheba.com/stroitelnoe-materialovedenie\\_1262/tehnologii-izgotovleniya-jelezobetonnyih-42796.html](https://bookucheba.com/stroitelnoe-materialovedenie_1262/tehnologii-izgotovleniya-jelezobetonnyih-42796.html)

[3] Особенности технологии бетонирования в зимнее время — МегаЛекции. // Электронная версия на сайте <https://megalektsii.ru/s10995t3.html>

[4] Система доступа к полному архиву законодательства СССР (2010-2012). // Электронная версия на сайте [http://www.ussrdoc.com/ussrdoc\\_commu-nizm/usr\\_13729.htm](http://www.ussrdoc.com/ussrdoc_commu-nizm/usr_13729.htm)

[5] Рыжкова Ю.А. Планово-экономический отдел №12 – 2015 г. // Элек- тронная версия на сайте [https://www.profiz.ru/peo/12\\_2015/sovershenstvo-vanie\\_proizv/](https://www.profiz.ru/peo/12_2015/sovershenstvo-vanie_proizv/)

[6] Ахвердов, И.Н. Железобетонные напорные центрифугированные трубы. – М.: Стройиздат, 2017. – 162с.

[7] Колодзий, И.И. Производство сборных и железобетонных изделий. М.: Высшая школа, 2017. – 240с.

[8] <https://24.kz/kz/teleproject/made-in-kz/item/444775-made-in-kz-i-temir-beton-b-jymdaryny-ndirisii>

[9] [https://shymkenttv.kz/kz/news/shagyn\\_orta\\_biznes\\_oko/temir-beton-ondirisinin-zhetekshiondirushisi](https://shymkenttv.kz/kz/news/shagyn_orta_biznes_oko/temir-beton-ondirisinin-zhetekshiondirushisi)

[10] Руководство по технологии изготовления предварительно напряженных железобетонных конструкций. - М.: Стройиздат, 2015.- 192с.

## REFERENCES

- [1] Belousov A.S. Avtomatizacija proizvodstva i upravlenie na zavodah sbornogo zhelezobetona i DSK. -Strojizdat. Leningr. otdelenie, 2015. -174 s.
- [2] Serija «Stroitel». - Moskva, 2016 g. // Jelektronnaja versija na sajte [https://bookucheba.com/stroitelnoe-materialovedenie\\_1262/tehnologii-izgotovleniya-jelezobetonnyih-42796.html](https://bookucheba.com/stroitelnoe-materialovedenie_1262/tehnologii-izgotovleniya-jelezobetonnyih-42796.html)
- [3] Osobennosti tehnologii betonirovanija v zimnee vremja — MegaLek- cii. // Jelektronnaja versija na sajte <https://megalektsii.ru/s10995t3.html>
- [4] Sistema dostupa k polnomu arhivu zakonodatel'stva SSSR (2010-2012). // Jelektronnaja versija na sajte [http://www.ussrdoc.com/ussrdoc\\_commu-nizm/usr\\_13729.htm](http://www.ussrdoc.com/ussrdoc_commu-nizm/usr_13729.htm)
- [5] Ryzhkova Ju.A. Planovo-jekonomicheskij otdel №12 – 2015 g. // Jelektronnaja versija na sajte [https://www.profiz.ru/peo/12\\_2015/sovershenstvo-vanie\\_proizv/](https://www.profiz.ru/peo/12_2015/sovershenstvo-vanie_proizv/)
- [6] Ahverdov, I.N. Zhelezobetonnye napornye centrifugirovannye trubny. – M.: Strojizdat, 2017. – 162s.
- [7] Kolodzij, I.I. Proizvodstvo sbornyh i zhelezobetonnyh izdelij. M.: Vysshaja shkola, 2017. – 240s.
- [8] <https://24.kz/kz/teleproject/made-in-kz/item/444775-made-in-kz-i-temir-beton-b-jymdaryny-ndirisi>
- [9] [https://shymkenttv.kz/kz/news/shagyn\\_orta\\_biznes\\_oko/temir-beton-ondirisinin-zhetekshi-ondirushisi](https://shymkenttv.kz/kz/news/shagyn_orta_biznes_oko/temir-beton-ondirisinin-zhetekshi-ondirushisi)
- [10] Rukovodstvo po tehnologii izgotovlenija predvaritel'no naprjazhennyh zhelezobetonnyh konstrukcij. - M.: Strojizdat, 2015.- 192s.

**Ж.К.Абдугулова\*, Б.А.Бектурган, Е.Б.Кабзитов**

Евразийский национальный университет им.Л.Н.Гумилева, Нур-Султан, Казахстан

\*e-mail: [janat\\_6767@mail.ru](mailto:janat_6767@mail.ru)

## АВТОМАТИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВОМ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ИЗДЕЛИЙ

**Аннотация.** В данной статье используются стендовые, конвейерные и агрегатные методы производства железобетонных изделий. Показаны способы транспортировки, доставки и удобного хранения железобетонных изделий с применением химических и минеральных добавок, включаемых в производство железобетонных изделий, предложена математическая модель разработки железобетонных изделий. Используются методы математического моделирования, теории автоматического управления и алгоритмов. Моделирование производственных процессов и системный анализ используются профессиональные математические пакеты. Математическая модель процесса дозирования обеспечивает установление математической зависимости массового выхода ингредиентов от контрольных воздействий, для разных дозаторов расчетные формулы их производительности различны. В зависимости от изменения спроса разрабатывается модель процесса производства готового сборного железобетона, предусмотрена автоматизированная система управления производством сборного железобетона с переменными параметрами управления.

**Ключевые слова:** железобетон, цемент, конвейер, бункер, стойка, сталь, арматура.

**Zh.K. Abdugulova\*, B.A. Bekturgan, E.B Kabzitov**

L.N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan

\*e-mail: [janat\\_6767@mail.ru](mailto:janat_6767@mail.ru)

## AUTOMATION OF THE OPTIMAL CONTROL SYSTEM CONTROL SYSTEM FOR THE PRODUCTION OF REINFORCED CONCRETE PRODUCTS

**Abstract.** This article uses bench, conveyor and aggregate methods of production of reinforced concrete products. The methods of transportation, delivery and convenient storage of reinforced concrete products with the use of chemical and mineral additives included in the production of reinforced concrete products are shown, a mathematical model of the development of reinforced concrete products is proposed. Methods of mathematical modeling, automatic control theory and algorithms are used. Modeling of production processes and system analysis uses professional mathematical packages. The mathematical model of the dosing process provides the establishment of a mathematical dependence of the mass yield of ingredients on the control effects, for different dispensers the calculation formulas of their performance are different. Depending on the change in demand, a model of the production process of finished precast concrete is being developed, an automated control system for the production of precast concrete with variable control parameters is provided.

**Keywords:** reinforced concrete, cement, conveyor, hopper, rack, steel, reinforcement.