

6D073000 - «Құрылыс материалдарын, бұйымдарын және конструкцияларын өндіру» мамандығы бойынша, философия докторы (PhD)

дәрежесін алуға арналған

**Есиркепова Айым Бақытбековнаның диссертациясына**

**АҢДАТПА**

**«Металл қалдықтарынан дайындаған арматураларды қолдана отырып темірбетон бұйымдарын дайындау технологиясын жобалау»**

**Жұмыстың өзектілігі.** ҚР құрылыс кәсіпорындары жағдайында жүргізілген зерттеулердің нәтижелері МЕСТ белгілеген нормалардан асатын және шамамен 2% - ды құрайтын қалдық арматураның үлкен шығыны бар екенін көрсетті. Мұндай қатынастағы арматураның шығыны ТББ дайындаудың өзіндік құнының жоғарылауына әкеп соқтырады. Техногенді қалдықтар қосылған бетонның беріктігі, тығыздығы және су өткізбейтіндігі, сондай-ақ жылу өткізгіштігі, коррозияның кейбір түрлеріне төзімділігі жоғары болатыны белгілі. Сол себепті, темірбетон бұйымдарының өндірісінде қаңқалары арматураның өлшенбейтін кесінділерінен жасалған, техногендік қалдықтарды (ұшпа-күл) пайдалану мүмкіндігін зерттеу ҚР құрылыс саласы үшін маңызды ғылыми және тәжірибелік маңызға ие. Осыған байланысты темірбетон бұйымдарын өндіру кезінде арматуралық шыбықтарды қалдықсыз пайдалану технологиясын және техногендік қалдықтарды (ұшпа-күл) қоса отырып, беріктігі жоғары бетон қоспасын әзірлеуге бағытталған ғылыми-зерттеу жұмысы өзекті болып табылады.

**Жұмыстың мақсаты** – арматураның өлшенбейтін кесінділерінен жасалған өзектерді және ұшпа-күлді бетон қоспасына пайдалану арқылы темірбетон бұйымдарын өндіру тиімділігін арттыру болып табылады.

**Берілген мақсатқа жету тұрғысында келесі ғылыми міндеттер тұжырымдалды және шешілді:**

1. Отандық және шетелдік құрылыс кәсіпорындары жағдайында арматуралық болат шыбықтарының құрылымын, технологиясын және шығынын зерттеу және талдау.

2. Арматуралық шыбықтарды біріктіретін дәнекерлеу әдістерін зерттеу және арматураның өлшенбейтін шыбықтарын дәнекерлеуге арналған арнайы құрылғының конструкциясын жасау.

3. Арматураның өлшенбейтін шыбықтарын біріктіретін дәнекерлеу тәсіліне, сонымен қоса, құрамына ұшпа-күл қосылған бетон қоспасының беріктігіне эксперименттік зерттеулер жүргізу.

4. Қаңқа конструкциясы арматураның өлшенбейтін кесінділерінен және құрамына ұшпа-күл қосылған бетон қоспасынан жасалатын ТББ таңдау және сынау үлгілерін жасау.

5. Сертификатталған сынақ орталықтарында ТББ-ның тәжірибелік үлгілеріне сынақтар жүргізу.

6. Технологияның экономикалық тиімділігін есептеу, тәжірибелік ұсыныстар әзірлеу және зерттеу нәтижелерін өндіріске енгізу.

**Зерттеу нысаны:** Темірбетон бұйымдарының, атап айтқанда, брустық маңдайшаларды жасау технологиясы.

**Зерттеу пәні:** дәнекерленген арматуралық шыбықтардың және ұшпа-күл қосылған бетон қоспасының физика-механикалық сипаттамалары темірбетон бұйымдарының сапалы эксплуатационды сипаттамаларына әсер ету заңдылықтары.

**Зерттеу әдістемесі.** Зерттеу әдістемесі темірбетон бұйымдарын өндіру технологиясы, дәнекерлеу технологиялары мен жабдықтары, дәнекерлеу процестерінің теориясы сияқты ғылымдарға негізделген. Түйіспелі дәнекерлеу бойынша эксперименттік зерттеулер ҚарТУ қасындағы Халықаралық дәнекерлеу институтының зертханалық базасында МСР-25 түйістіріп дәнекерлеу машинасында жүргізілді. Үйкеліспен дәнекерлеу бойынша эксперименттік зерттеулер ҚарТУ-нің ТЖМС кафедрасының зертханалық базасында орындалды. Түйістіріп дәнекерлеу арқылы қосылған арматуралық өзекшелер ҚарТУ қасындағы Инженерлік профильдегі зертханада INSTRON 5980 электромеханикалық сынақ машинасын қолдана отырып, созылу сынағынан өтті. Үйкеліс арқылы қосылған арматуралық өзекшелердің үлгілері АҚ "Ұлттық сараптама және сертификаттау" (Қарағанды қ., Қазақстан) сынақ орталығында созылу сынағынан өтті. ABAQUS CAE бағдарламасының көмегімен, әртүрлі жүктемелерді қолдана отырып арматураның өлшенбейтін кесінділерінен жасалған арнайы қаңқасы бар брустық маңдайшалардың иілуі зерттелді. Брустық маңдайшалардың тәжірибелік үлгілері ЖШС "Қарағандықұрылысконструкция" жағдайында дайындалды. Брустық маңдайшаларды дайындау кезінде техногендік қалдық қосылған бетон қоспасы мен арматураның өлшенбейтін кесінділерінен дәнекерленген арматуралық өзекшелерді қолдану үшін, олардың беріктігіне МЕСТ 10180-2012 сәйкес сынау жүргізілді. Әртүрлі өлшемде қосылған техногенді қалдықтардан дайындалған текше-үлгілерді сынау "NORD Пром НС" ЖШС (Теміртау қ., Қазақстан) зертханасында жүргізілді.

#### **Жұмыстың ғылыми жаңалығы:**

1. Темірбетон бұйымдарын, атап айтқанда, брустық маңдайшаларды жасау технологиясы әзірленді, оған мыналар кіреді: арматураның өлшенбейтін кесінділерден жасалған кеңістік қаңқасының конструкциясы; ұшпа-күл қосылған бетон қоспасы; брустық маңдайшаның конструкциясы.

2. Анықталды: бетон қоспасына 10% ұшпа-күл қосқанда цемент шығынын 10% - ға азайтуға және бұйымның беріктігін 20% - ға дейін арттыруға мүмкіндік беретіні; гидротация процесі кезінде ұшпа-күл құрамындағы  $\text{SiO}_2$  мөлшерінің басым болуынан (60,6%), кремний диоксидінің бетонның микроқұрылымына енуіне байланысты оның тығыздығы мен беріктігі артатыны.

3. Бетонның беріктігін бағалау үшін математикалық тәуелділік ұсынылды.

4. Арматураның өлшенбейтін кесінділерін үйкеліспен дәнекерлеу арқылы біріктіру әдісі және оны жүзеге асыру үшін арнайы құрылғының конструкциясы әзірленді.

5. Арматураның өлшенбейтін кесінділерінен біріктірілген, 2-3 дәнекерленген жігі бар арматуралық өзекшелер  $<45^{\circ}$  иілуіге және  $25000 \div 40000\text{Н}$  жүктемесіне төтеп беретіні анықталды.

6. Алғаш рет орындалды: Solidworks компьютерлік бағдарламасының көмегімен жүктемелерге байланысты беріктік шегін анықтай отырып, дәнекерленген арматуралық өзекшелердің үлгілерін статикалық созуға сынау процесін модельдеу; ABAQUS CAE компьютерлік бағдарламасының көмегімен әртүрлі жүктемелер кезінде арматураның өлшенбейтін кесінділерінен жасалған қаңқасы бар брустық маңдайшаның майысуын зерттеу.

#### **Қорғауға шығарылатын негізгі ғылыми ережелер:**

1. Ұшпа-күл қосылған бетон қоспасының жаңа құрамы мен арматураның өлшенбейтін кесінділерінен тұратын брустық маңдайшаның кеңістік қаңқасының конструкциясын жасау технологиясы.

2. Бетонның беріктігін бағалау үшін математикалық тәуелділік.

3. Арматураның өлшенбейтін кесінділерін үйкеліспен дәнекерлеу арқылы біріктіру тәсілі және оны іске асыруға арналған құрылғының конструкциясы.

4. Үйкеліспен дәнекерлеу және түйістіріп дәнекерлеу әдісімен біріктірілген арматураның өлшенбейтін кесінділерінің эксперименттік зерттеу нәтижелері.

5. Брустық маңдайша конструкциясының және дәнекерленген қосылыстардың беріктігін зертханалық және өнеркәсіптік сынау нәтижелері.

6. Solidworks және ABAQUS CAE компьютерлік бағдарламаларын қолдана отырып, дәнекерленген арматуралық өзекшелердің беріктігін және брустық маңдайшаның конструкциясын модельдеу және зерттеу әдістері.

**Тәжірибелік құндылығы және зерттеу нәтижелерін пайдалану:** ұшпа-күл қосылған бетон қоспасының жаңа құрамынан, кеңістік қаңқасының конструкциясынан тұратын және арматураның өлшенбейтін кесінділерінен жасалған қаңқасы бар брустық маңдайша өндірудің ресурс үнемдейтін технологиясы жасалды; Solidworks және ABAQUS CAE компьютерлік бағдарламаларын қолдана отырып, дәнекерленген арматуралық өзекшелердің беріктігін және брустық маңдайшалардың конструкциясын модельдеу және зерттеу әдістері жасалды; өндіріске енгізу үшін ұсынымдар әзірленді.

**Алынған нәтижелердің, ұсыныстардың және қорытындылардың нақтылығы расталады:** зерттеу міндеттерінің дұрыс қойылуымен, зерттеу әдістемелерінің дұрыс таңдалғандығымен, талдау және есептеу әдістерінің дұрыстығымен, сондай-ақ, темір бетон бұйымдарын даярлау және дәнекерлеу технологияларына негізделгендігімен; жоспарлау нәтижелері мен тәжірибелік зерттеу нәтижелерінің сәйкестігінің қанағаттанарлығымен; ҚР пайдалы моделіне патенттерімен, сондай-ақ, зияткерлік меншік объектісіне авторлық құқықтарды мемлекеттік тіркеу туралы куәліктерімен; зерттеу нәтижелерінің өндіріске енгізілуімен; ұсынылған технологияның сертифицирталған өндірістік сынау зертханаларының сынауларынан

мүлтіксіз өткендігі және МЕСТ талаптарына сәйкес екендігі анықталғандығымен.

**Диссертациялық жұмыс** ҚР үкіметі тарапынан 2016 жылы қабылданған "Нұрлы жер" тұрғын үй құрылысы бағдарламасы және 2020 – 2025 жылдарға арналған "Нұрлы жер" тұрғын үй-коммуналдық шаруашылығын дамыту мемлекеттік бағдарламасын жүзеге асыру аясында орындалды. Диссертациялық жұмыстың нәтижелері «Қарағандықұрылысконструкция» ЖШС өндірісіне, сондай-ақ «Құрылыс материалдарын, бұйымдарын және конструкцияларын өндіру» және «Құрылыс» мамандықтары бойынша бакалаврларды, магистрларды дайындауда А.Сағынов атындағы ҚарТУ оқу үрдісіне енгізілді.

**Жұмыстың апробациясы.** Диссертациялық жұмыстың негізгі ережелері халықаралық ғылыми-практикалық конференцияларда, отандық және шетел жоғарғы оқу орындарының ғылыми семинарларында, өндірістік мекемелердің техникалық кеңестерінде баяндалып, талқыланып, мақұлданды.

**Автордың жеке үлесі** осы мәселе бойынша ғылыми техникалық және патенттік әдебиеттерді талдау, ғылыми зерттеудің міндеттерін қою және жарату, үйкеліспен дәнекерлеуге арналған құрылғыны жобалау және даярлау, эксперименттік зерттеулерді ұйымдастыру және орындау, сынақтан өткізу, ғылыми-зерттеу жұмыстарынан алынған нәтижелерді отандық және шетелдік жоғары оқу орындарының ғылыми семинарларында, отандық құрылыс кәсіпорындарының техникалық кеңестерінде, отандық және халықаралық ғылыми-практикалық конференцияларда апробациялау болып табылады.

**Басылымдар жайлы ақпарат.** Диссертация тақырыбы бойынша орыс, қазақ және ағылшын тілдерінде 20 жұмыс жарияланды, оның ішінде: Web of Science базасының деректері бойынша немесе Scopus базасына кіретін Халықаралық ғылыми басылымда 4 мақала, ҚР Ғылым және ЖБ саласындағы сапаны қамтамасыз ету комитеті ұсынған басылымдарда 5 мақала, ұсынылған жұмыстың баяндамалары 5 халықаралық конференцияларда талқыланды, сонымен қоса, ҚР пайдалы модельге 4 патент және зияткерлік меншік объектісіне құқықтарды мемлекеттік тіркеу туралы 2 куәлік алынды.

## **ҚОРЫТЫНДЫ**

Диссертациялық жұмысты орындау кезінде, отандық құрылыс материалдары өнеркәсібі (атап айтқанда арматуралық өзекшелер) қазіргі уақытта ҚР құрылыс кешені қажеттіліктерінің бір бөлігін ғана қанағаттандыруға қабілетті екендігі және қалдықтарға кететін арматураның үлкен шығыны бар екендігі анықталды, ол ГОСТ-пен анықтаған нормалардан асып, шамамен 2% құрайды. Мұндай арматураның шығыны ТББ дайындаудың өзіндік құнының артуына алып келеді. Осыған сүйене отырып, диссертациялық жұмыс арматуралық шыбықтардың өлшенбейтін

қалдықтарынан жасалған өзекшелерді және техногендік қалдықтарды (күл-қоқыс) пайдалану арқылы темірбетон бұйымдарын өндіру технологиясын жаратуға бағытталған. Бұл міндетті шешу үшін кешенді ғылыми-зерттеу жұмысы орындалып, мынадай нәтижелер алынды:

1. Темірбетон бұйымдарының конструкциялары және оларды өндіру технологиялары, сондай-ақ арматуралық болат шыбықтардың шығыны зерттелді. Нәтижесінде зерттеу пәні анықталды – брустық маңдайшаны жасау технологиясы.

2. Арматуралық өзекшелердің өлшенбейтін кесінділерін біріктіру үшін түйістіріп дәнекерлеу және үйкеліспен дәнекерлеу әдістері таңдалды және зерттелді. Үйкеліспен дәнекерлеу тәсілін жүзеге асыру үшін токарлық станок базасында арнайы құрылғы (ҚР №4676 патенті) әзірленді және дайындалды.

3. Дәнекерленген қосылыстардың беріктігін (созылуға және иілуге) сынау зертханалық жағдайда және арнайы сертификатталған орталықтар жағдайында жүргізілді. Сынақ нәтижесінде мыналар анықталды: түйістіріп дәнекерлеу тәсілімен арматураның бірнеше қалдықтарынан біріктірілген, 2-3 түйіспесі бар өзекшелер 25000-40000 Н шегінде созылу жүктемесіне және  $\geq 45^\circ$  иілуге шыдайды; үйкеліспен дәнекерлеу арқылы алынған дәнекерленген қосылыстың механикалық қасиеттері арматуралық прокаттың негізгі металының механикалық қасиеттеріне қарағанда жоғары және МЕСТ 34028-2016 талаптарына сәйкес келеді. Арматураның үзілуі дәнекерленген жікте емес, негізгі металда болды. Иілу кезінде арматуралық өзекшелер  $\geq 45^\circ$  иілуге төтеп берді.

4. Solidworks бағдарламасының көмегімен жүктемелерге байланысты арматураның дәнекерленген жіктің беріктік шегін анықтай отырып, статикалық созылуға сынақ жүргізу процесін модельдеу жасалды. Сынақ нәтижелері есептеумен де расталған, бұл ретте түйістіріп дәнекерленген қосылыстардың беріктік талаптары нормативтік құжаттарға сәйкес орындалады.

5. Ұшпа-күл қосылған бетон қоспасының арнайы құрамы әзірленді (ҚР №6277 патенті). Сынақ нәтижесінде: 10% ұшпа-күлді қосу цемент шығынын 10% - ға азайтуға және бұйымның беріктігін 20% - ға дейін арттыруға мүмкіндік беретіні; ұшпа-күл құрамындағы негізгі  $\text{SiO}_2$ -ң 60,6% басым мөлшерде болуының салдарынан гидратация процесі кезінде кремний-диоксидінің бетонның микроқұрылымына енуі әсерінен тығыздығы да, беріктігі де артатыны анықталды.

6. Бетонның беріктігін бағалау үшін математикалық тәуелділік ұсынылды:

$$R_{\text{сж}}(x,y,z) = 37,586164601763 \cdot x + 31,689571020189 \cdot y + 16,828267035537 \cdot z.$$

7. Брустық маңдайшаларға арналған кеңістік қаңқаның арнайы конструкциясы әзірленді (ҚР №6375 патенті).

8. Брустық маңдайшаның конструкциясы әзірленді (Патент №6360). "Қарағандықұрылысконструкция" ЖШС ТББ зауыты жағдайында брустық маңдайшаларының тәжірибелік үлгілері әзірленді. ЗПБ 13-37 брустық маңдайшаның тәжірибелік үлгісін сынау нәтижелері "GIO TRADE" ЖШС

сертификатталған сынақ орталығының зертханасында жүргізілді, сондай-ақ ABAQUS CAE бағдарламасының көмегімен орындалған зерттеу нәтижелері ұсынылып отырған металл қалдықтарынан жасалған дәнекерленген арматураны және ұшпа-күл қосылған бетон қоспасын пайдалана отырып, темірбетон бұйымдарын дайындау технологиясы темірбетон бұйымдарын алуға, атап айтқанда, брустық маңдайшаларды нормативтік мәліметтерге сәйкес алуға мүмкіндік беретінін көрсетті. Ең жоғарғы 50 кН жүктемені қолдану кезінде майысу мәні 1,48 мм құрады, ол нормативтік рұқсат берілетін мәннен, яғни 2,2 мм ден аспайды.

9. Өлшенбейтін арматуралық кесінділерден жасалған арнайы қаңқалы брустық маңдайшаның майысуын анықтау методикасы (№25063 куәлік) және әртүрлі жүктемелер кезінде дәнекерленген жікті арматураның созылуына сынау процесін модельдеу (№25062 куәлік) әзірленді.

10. Өндіріске арналған ұсыныстар жасалды. Брустық маңдайшаларын дайындаудың әзірленген технологиясы "Қарағандықұрылысконструкция" ЖШС (Қарағанды қ., Қазақстан) өндірісіне еңгізілді. Күтілетін жылдық экономикалық тиімділік 18% дейін.