ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И.Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ә. Бүркітбаев атындағы Өнеркәсіптік автоматтандыру және цифрлау институты

Өнеркәсіптік инженерия кафедрасы

Сапаш Данияр Нұрланұлы

«Арматуралық сымдарды өндіру сапасына технологиялық факторлардың әсері»

Дипломдық жобаға

ТҮСІНІКТЕМЕЛІК ЖАЗБА

5В073800 – Материалдарды қысыммен өңдеу технологиясы

Алматы 2020

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И.Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ә. Бүркітбаев атындағы Өнеркәсіптік автоматтандыру және цифрлау институты

Өнеркәсіптік инженерия кафедрасы

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ
Кафедра меңгерушісі
PhD д-ф, қауым. профессор
_____ Арымбеков Б.С.
«____»_____ 2020 ж.

Дипломдық жобаға

ТҮСІНІКТЕМЕЛІК ЖАЗБА

Тақырыбы: «Арматуралық сымдарды өндіру сапасына технологиялық факторлардың әсері.»

5В073800 – Материалдарды қысыммен өңдеу технологиясы

Орындаған Сапаш Данияр Нұрланұлы

Ғылыми жетекші,
Ассоциированный профессор
_____ Шамельханова Н. А.
«____»_____ 2020 ж

Алматы 2020

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И.Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ә. Бүркітбаев атындағы Өнеркәсіптік автоматтандыру және цифрлау институты

Өнеркәсіптік инженерия кафедрасы

БЕКІТЕМІН
Кафедра меңгерушісі
PhD д-ф, қауым. профессор
_____ Арымбеков Б.С.
«____»_____2020 ж.

Дипломдық жоба орындауға
ТАПСЫРМА

Білім алушы
Тақырыбы *«Арматуралық сымдарды өндіру сапасына технологиялық факторлардың әсері.»*
Университет ректорының «__» _____ 20__ ж. №_____ бұйрығымен бекітілген.
Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі «__» _____ 20__ ж.
Дипломдық жобаның бастапқы берістері *Арматуралық сымдарды өндіру сапасына технологиялық факторлардың әсері зерттеу.*
Дипломдық жобада қарастырылатын мәселелер тізімі
а) Арматуралық бұйымдарды дайындау технологиясы
б) Арматуралық сымдарды өндіру сапасына технологиялық факторлардың әсері
в) Беріктігі жоғары арматуралық сымдардың механикалық қасиеттеріне созу жылдамдығының әсерін зерттеу
Ұсынылған негізгі әдебиет: *6 атау*

Дипломдық жобаны дайындау

КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәліметтер тізімі	Ғылыми жетекші мен кеңесшілерге көрсету мерзімдері	Ескерту
Арматуралық бұйымдарды дайындау технологиясы		
Арматуралық сымдарды өндіру сапасына технологиялық факторлардың әсері		
Беріктігі жоғары арматуралық сымдардың механикалық қасиеттеріне созу жылдамдығының әсерін зерттеу		

Дипломдық жоба бөлімдерінің кеңесшілері мен норма бақылаушының аяқталған жобаға қойған қолтаңбалары

Бөлімдер атауы	Кеңесшілер, аты, әкесінің аты, тегі (ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Норма бақылау			

Ғылыми жетекші _____ Шамельханова Н. А.

Тапсырманы орындауға алған білім алушы _____ Сапаш Д. Н.

Күні «___» _____2020 ж.

АҢДАТПА

Болат маркаларынан жасалған сымдарды қолданудың кең аясы қазақ нарығындағы қатаң бәсекелестікпен қатар кәсіпорындардан өз өнімдерінің бәсекеге қабілеттілігін арттыру мүмкіндіктерін үнемі іздеуді талап етеді. Бұл міндетті табысты шешу өндірістің нәтижелі технологиялық жүйелерін қалыптастыру базасында шығындардың ең аз деңгейі шартымен тұтынушылардың талаптарына сәйкес металл өнімдерінің сапасын арттыру процестерімен айқындалады.

Қазіргі уақытта Қазақстанда өндірілетін арматуралық сым сапасының рыноктағы қатты бәсекелестікпен қатар халықаралық стандарттармен анықталатын сапа деңгейіне сәйкес келмеуі осы өнімді өндіруші кәсіпорындардан талап етілетін сападағы сымдарды дайындау технологиясын жылдам өнеркәсіптік іске асыруды талап етеді. Жоғары берік арматуралық сым дайындау-өте күрделі болып келеді.

Арматуралық сым пайдалану кезінде жүктемелерге төтеп беру үшін берік болуы тиіс және бұл ретте пайдалану және тарту кезінде үзілуді болдырмау үшін нәзік болмауы тиіс. Жұмыстың мақсаты технологиялық факторлардың арматуралық сымдарды дайындау сапасына әсерін зерттеу болып табылады.

АННОТАЦИЯ

Широкая сфера применения проволоки из низкоуглеродистых марок стали, наряду с жесткой конкуренцией на казахском рынке, требует от предприятий постоянного поиска возможностей повышения конкурентоспособности своей продукции. Успешное решение этой задачи определяется процессами повышения качества металлопродукции, согласно требованиям потребителей, при условии минимального уровня издержек, на базе формирования результативных технологических систем производства.

Несоответствие качества арматурной проволоки, производимой на данный момент в Казахстане, уровню качества, определяемому международными стандартами, наряду с жесткой конкуренцией на рынке метизов, требует от предприятий - производителей данной продукции скорейшей промышленной реализации технологии изготовления проволоки требуемого качества. Изготовление высокопрочной арматурной проволоки - достаточно сложная задача.

Арматурная проволока должна быть прочной, чтобы выдерживать нагрузки при эксплуатации и при этом не должна быть хрупкой, чтобы предотвратить разрывы при эксплуатации и натяжении. Целью работы является иследования влияние технологических факторов на качество изготовления арматурной проволоки.

ANNOTATION

The wide scope of application of low-carbon steel wire, along with tough competition in the Kazakh market, requires companies to constantly search for opportunities to improve the competitiveness of their products. The successful solution of this problem is determined by the processes of improving the quality of steel products, according to the requirements of consumers, provided that the minimum level of costs, on the basis of the formation of effective technological systems of production.

The non-compliance of the quality of reinforcing wire produced now in Kazakstan with the quality level determined by international standards, along with the tough competition in the hardware market, requires manufacturers of these products to implement the technology of wire production of the required quality as soon as possible. Production of high-strength reinforcing wire is quite a difficult task. The reinforcing wire must be strong to withstand loads during operation and must not be brittle to prevent breaks during operation and tension. The purpose of this work is to study the influence of technological factors on the quality of production of reinforcing wire.

МАЗМҰНЫ

	КІРІСПЕ	9
1	Арматуралық бұйымдарды дайындау технологиясы	10
1.1	Арматуралық бұйымдарға қойылатын талаптар	13
1.2	Арматуралық бұйымдарды қабылдау және бақылау сынақтары	13
2	Арматуралық сымдарды өндіру сапасына технологиялық факторлардың әсері	16
2.1	Арматуралық сымдарды өндірудегі технологиялық процестері	16
2.2	Дайындаманың жоғарғы бетін созуға дайындау	17
2.3	Технологиялық майлау	18
2.4	Жылудай созу	18
2.5	Арматуралық сымдарды босату (отпуск) бойынша жұмыстардың нәтижелері	20
2.6	Механикалық-термиялық өңдеу әдісімен арматуралы сымдар өндірісі	20
3	Беріктігі жоғары арматуралық сымдардың механикалық қасиеттеріне созу жылдамдығының әсерін зерттеу	23
	ҚОРЫТЫНДЫ	28
	ПАЙДАЛАНҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ	29

КІРІСПЕ

Болат маркаларынан жасалған сымдарды қолданудың кең аясы нарықта қатаң бәсекелестікпен қатар кәсіпорындардан өз өнімдерінің бәсекеге қабілеттілігін арттыру мүмкіндіктерін үнемі іздеуді талап етеді. Бұл берілген міндетті ұтымды шешу өндірістің нәтижелі технологиялық жүйелерін қалыптастыру базасында шығындардың ең аз деңгейі шартымен, тұтынушылардың талаптарына сәйкес металл өнімдерінің сапасын арттыру процестерімен айқындалады.

Қазіргі уақытта Қазақстанда өндірілетін арматуралық сым сапасының нарықтағы қатты бәсекелестікпен қатар халықаралық стандарттармен анықталатын сапа деңгейіне сәйкес келмеуі осы өнімді өндіруші кәсіпорындардан талап етілетін сападағы сымдарды дайындау технологиясын жылдам өнеркәсіптік іске асыруды талап етеді. Арматуралық сымдар өндірісінің қолданыстағы технологиялық схемаларын қолдану талап етілетін нәтижені қамтамасыз етпейді. Сым қасиеттері деңгейін арттыру үшін катанканы дайындау үдерістерінен бастап, сымдардың қасиеттерін дайын мөлшерде қалыптастыруға дейінгі дайын сым сапасын басқарудың тиімді схемасын әзірлеу негізінде кешенді тәсіл қажет. Берілген жұмыстың мақсаты арматуралық сымдарды өндіру сапасына технологиялық факторлардың әсерін зерттеу.

Бұл жұмыс кіріспеден, үш тараудан және қорытындыдан, пайдаланылған әдебиеттер тізімінен, сондай-ақ графикалық қосымшалардан тұрады. Бірінші тарауда арматуралық бұйымдарды дайындау технологиясының жалпы мәліметтері берілген. Екінші тарау арматуралық сым дайындау сапасына технологиялық факторлардың әсерін қамтиды. Үшінші тарау созу жылдамдығының беріктігі жоғары арматуралық сымдардың механикалық қасиеттеріне әсерін зерттеуден тұрады.

1. Арматуралық бұйымдарды дайындау технологиясы

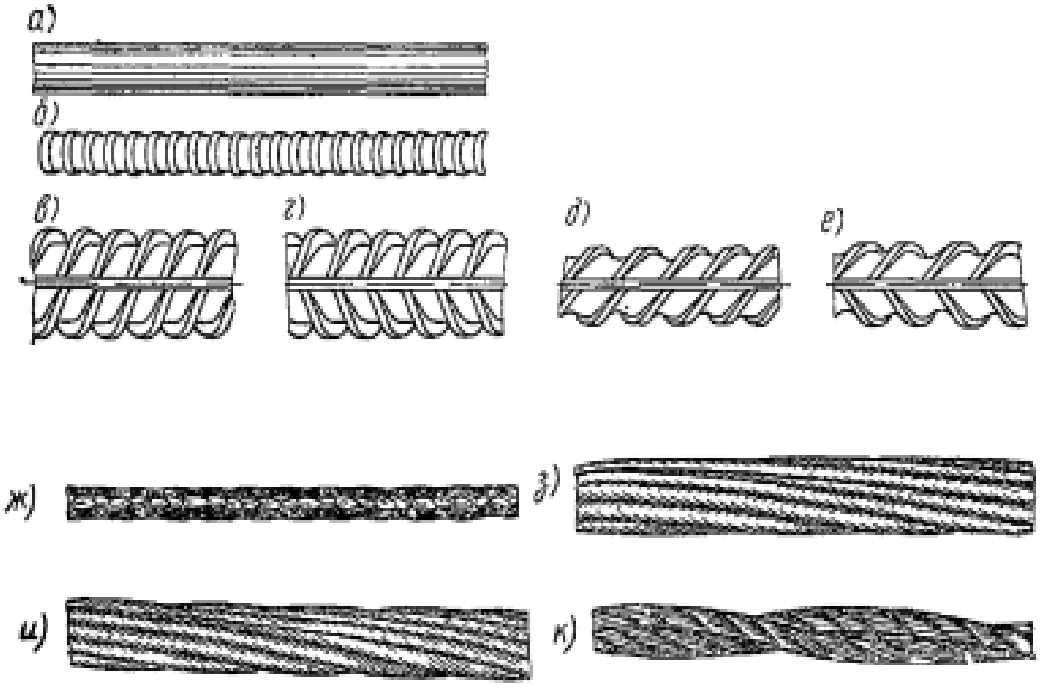
Конструкцияларды арматуралау үшін келесі түрдегі арматура қолданылады: өзекті, сым және оралған сым (арматуралық арқандар).

Қолдану шарттарына байланысты арматура созылмайтын (1-орындық) және созылмалы (2-орындық) болып бөлінеді.

Профиліне байланысты өзекті және орамалы арматуралы тегіс және қайталамалы профилді болады (сурет 1).

Өзекті арматура: ыстықтай илектелген, илектен кейін беріктендірмейтін; [1]

- өңдеу, кластары А-1, А-П, А-III, А-IV, А-V;
- термиялық беріктендіргіш термиялық өңдеуге ұшырайтын термиялық беріктендіргіш, класстары Ат-IV, Ат-V, Ат-VI и Ат-VII;



Сурет – 1 - Әртүрлі кластағы арматуралық болаттың сыртқы түрі [1]

а. А-I класты тегіс өзекше, сондай-ақ В-I класты қарапайым сым және В-II класты жоғары берік сым;

б. Вр-I класты қарапайым сым;

в. А-П класты мерзімді бейіндегі өзекті, Ас-П арнайы мақсаттағы болат үшін рұқсат етіледі;

г. Бұл да сондай, А-Ш класты жақсартылған профилі бар, А-IV және А-V класты болат үшін рұқсат етіледі;

д. Ас-П класты мерзімді профильдің өзекті;

е. сондай, а-IV және А-V кластарының жақсартылған профилді;

ж. Вр-И класты периодталған профильдің жоғары беріктігі бар сым;
з. жетіорамды арматуралық сым классы К-7;
и. 19-орамды арматуралық сым классы К.-19;
к. екі қатарлы арқан классы К2Х7

Кесте 1

Созылмайтын арматуралық болат	Классы	Сұрыптауға арналған МЕМСТ	Болат маркасы	Болатқа арналған МЕМСТ	Есептік диаметрі, мм
Өзекшелі ыстықтай тегістеу	А-I	5781-75	Ст3	380—71*	6—40
Сол сияқты, периодталған профилі	А-II	5781-75	Ст5	380—71*	10—40
	А-II	5781-75	18Г2С	5058—65*	40—80
	Ас-II	5781-75	10ГТ	ЧМТУ 1-89-67	10—32
	А-III	5781-75	25Г2С	5058-65**	
	А-III	5781-75	35ГС	5058—65*	6—40
Сол сияқты, 5,5% -ке созумен нығайтылған	А-IIв	5781-75	18Г2С	5.1459—72 5058-65**	6—40 6—9
			Ст5	380—71*	10—40
Тегіс арматуралық сым	В-I	6727-53*	-		3—8
Сол сияқты, периодталған профилі	Вр-I	ТУ14 4-659-75	-	380—71* 380—71*	3—5

Кесте 2

Созылатын арматуралық болат	Классы	Сұрыптауға арналған МЕМСТ	Болат маркасы	Болатқа арналған МЕМСТ	Есептік диаметрі, мм
Өзекшелі ыстықтай тегістеу профилі	А-IV	5781—75	20ХГ2Ц	5058—65**	10—22
		5781—75	8QC	5058—65**	10—18
	А-V	5781—75	23Х2Г2Т	ЧМТУ 1-177-67	**10—22**
Термиялық беріктелген периодикалық профилді	Ат-IV	-	20ГС2		10—40
	Ат-V	-	20ГС2	10884—71	10—40
	Ат-VI	-	20ГС	10884—71	10—32

өзек 3,5% ке созумен берік нығайтылған	Ат-VII А-IIIв	- -	20ГС 25Г2С, 35ГС	10884—71 10884—71 5058—65**	10—32 6—40
Жоғары беріктілікті арматуралық тегіс сымы	В - II	7348—63	-	-	3 – 8
Сол сияқты, периодталған профилі	Вр-II	8480—63	-	-	3 – 8
Сол сияқты, дамыған периодталған профилі	Вр-II	ТУ 14-4-672-75	-	1050-74	5 – 8
Спиральные арматурные канаты (пряди)	К-7	13840—68	-	-	4.5 – 15
Сол сияқты	К-19	ТУ 14-4-22-71	-	-	14

суықтай илектен кейін тарту арқылы нығыздалған тартумен,, класстар А-IIв және А-Шв.

Суықтай тартылған сым арматуралары бөлінеді: арматуралық сымға кәдімгі тегіс сынып-I-ші класты периодты профильді Вр-I; жоғары берік тегіс В-II класты және ВР-II класты мерзімді профиль;

Орамалы арматуралы сымы (арматуралы арқан); жетіорамалды классы К-7 және 19-орамалды классы К-19; көпорамды арматуралы арқан; екіорамды классы К2 $\times .m;$ үшорамды класс КЗ $\times Щ$ көпорамды $Кn \times m(m$ — орамдағы орам саны, n — арқандағы орамдар саны).

Арматуралы дайындамалар, өнеркәсіпте жеткізілетін дәнекерленген арматуралық торлар (рулонды және жазық) және армоцементке арналған торлар (дәнекерленген және мата) болып бөлінеді.

Конструкцияны арматуралау үшін қолданылатын болаттың негізгі механикалық сипаттамаларына МЕМСТ және техникалық шарттардың талаптарына сәйкес Металлургиялық және зауыттар кепілдік береді.

Қосымшаларда арматуралық болаттардың механикалық сипаттамасына және арматуралық болаттардың сұрыптамаларына қойылатын талаптар келтірілген[1].

1.1 Арматуралық бұйымдарға қойылатын талаптар

Арматура үшін қолданылатын болаттың беті таза болуы тиіс, сондықтан тасымалдау, жинау және сақтау кезінде болатты ластанудан және ылғалданудан сақтайтын қажетті шаралар қабылдануы тиіс.

Арматура болаты окалин балгасымен және тотталудан (коррозия), сондай-ақ май, бояу және т.б. соғылғанда ластанған жағдайда арматураны пайдаланар алдында алып тасталуы тиіс.

Жұқа тот қабаты, оңай жоюға, арматураның ақауы болып келмейді.

Арматуралық болатты тазалау, әдетте, механикалық тәсілдермен жүргізілуі тиіс: электр щеткалармен, дірілдеткіш сетка арқылы созумен.

Кесу станоктарында өңдегеннен кейін қолданылатын орамдағы болат қосымша тазартуды талап етпейді. Жоғары берік болат сым үлкен диаметрлі бухталарда жеткізілуі тиіс: диаметрі 5 мм дейінгі сым үшін — диаметрі 2 м кем емес бухталарда; диаметрі 5 мм артық сым үшін — диаметрі 2,5 м бухталарда.

Оралған сым арматурасы (спиральді көп қатарлы арқандар) үлкен диаметрлі (1,5—2 м) барабандарда және бухталарда жеткізілуі тиіс. Бухталардан немесе барабандардан оралған арқандар түзу сызықты сақталуы тиіс. Оралған сым арматурасын түзетуге жол берілмейді. Тұтынушымен келісім бойынша ұзындығы 5-тен 25 м дейінгі өзектерді дайындауға жол беріледі [1,2].

1.2 Арматуралық бұйымдарды қабылдау және бақылау сынақтары

Арматуралық болатты қабылдау дайындаушы зауыт арматуралық Болаттың әрбір пакетін немесе бухтасын жабдықтауға міндетті, болатқа бекітілген металл биркалардың болуын міндетті түрде тексерумен сертификаттар бойынша жүргізілуі тиіс.

Биркалар, әдетте, тоқу сымымен бухталар мен пакеттердің сыртқы жағына бекітіледі.

Қабылдау және тексерумен өлшеу нәтижелерін, сондай-ақ сертификаттарда келтірілген деректерді және бақылау сынақтарының нәтижелерін тиісті мемлекеттік стандарттар мен техникалық шарттардың талаптарымен салыстыру жолымен жүзеге асырылады.

Кенжардың немесе кавернаның бетінде бар күш түсіретін арматура жарамсыз болады және қолдануға күш түсіретін ретінде жол берілмейді. Сым бухталары, сондай-ақ, егер олар сегіз өлшемге бүктелген болса немесе сымдарды тарқатуға жол бермейтін тораптары не қайта оралған орамдары болса, жарамсыз деп танылады.

Арматуралық болатты бақылау сынақтары жүргізіледі егер:

- күш түсіретін арматураны қабылдау кезінде;
- болаттың сертификатсыз түскенде;
- сертификаты бар болаттың маркасы күмән тудырғанда;

Сынауға жататын арматура бір зауыттан бір мезгілде жеткізілген бірдей маркалы, диаметр мен профильден тұратын партияларға бөлінеді.

Болат массасы тиісті МЕМСТ-та көрсетілген және одан аспауы тиіс; стерженді арматура үшін 60 т, ал суықтай тартылған сым үшін 5 т. Арқанды арматура партиясының мөлшері тараптардың келісімі бойынша белгіленеді.

Болаттың әрбір партиясынан үлгілер саны кем емес яғни:

стерженді арматура үшін - бес түрлі стерженнен кесілген 5 үлгі бойынша сынаудың әрбір түрі үшін;

бухталарда түсетін арматура үшін - сынақтың әрбір түрі үшін 10% бухтадан 2 үлгі бойынша, бірақ бес бухтадан кем емес үлгілер бухтаның әр шетінен алынады;

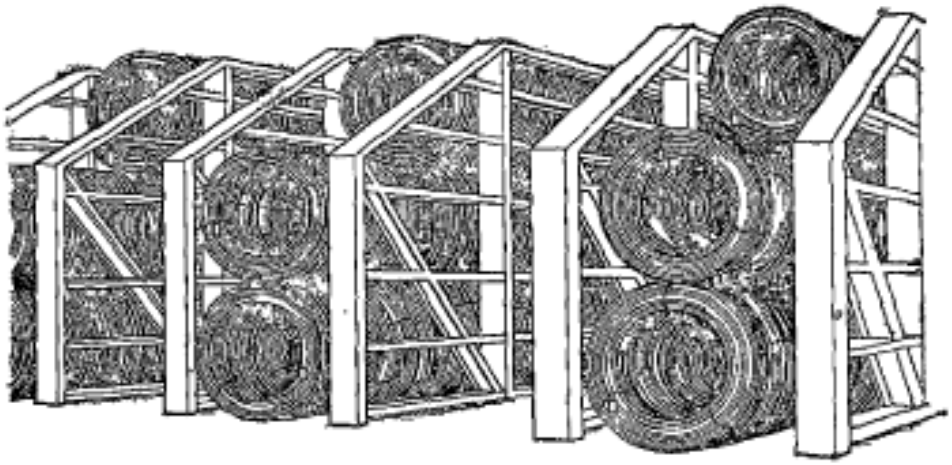
арқанды арматура үшін-сынақтың әрбір түрі үшін 2 үлгі бойынша 5% бухтадан бастап, бірақ үш бухтадан кем емес.

Сертификатсыз келіп түскен арматураның әрбір партиясы қабылдау кезінде бақылау сынақтарынан өтуі тиіс. Өзекті арматураны созуға сынайды (МЕМСТ 12004 – 66 бойынша) және суық күйдегі иілу (МЕМСТ 14019 – 68 бойынша); арматуралық сым-созылуға (МЕМСТ 12004 - 66 бойынша) және иілуге (МЕМСТ 1579 - 63, 7348 - 63 и 8480—63 бойынша); арқандар-созылуға (МЕМСТ 16874 – 71 бойынша).

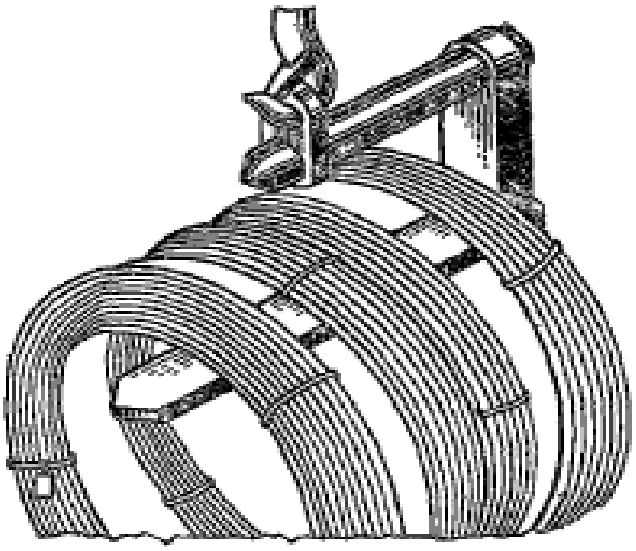
Сым, өзекті және арқанды арматураны созуға сынау кезінде беріктілік шегі, ағымдылық шартты шегі және үзілу кезіндегі салыстырмалы ұзаруы белгіленеді [2].

Суық күйдегі майысуды сынау кезінде жарықтары, қатпарлануы және сынуы жоқ болат жарамды деп танылады.

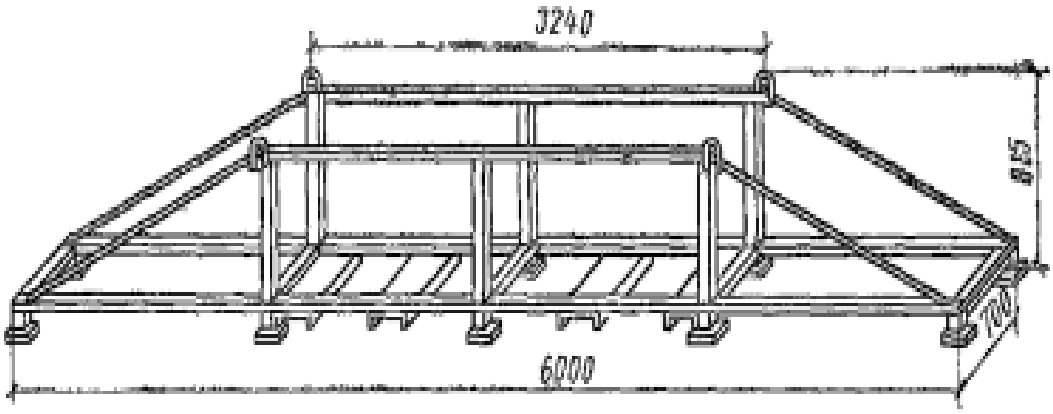
Қандай да бір сынақтың нәтижелері мемлекеттік стандарттардың немесе техникалық шарттардың талаптарына сәйкес келмеген жағдайда Болаттың осы партиясының басқа өзектерінен немесе бухталарынан алынған үлгілердің қос санындағы қайта сынау жүргізілуі тиіс: Қайта сынақтардың қанағаттанғысыз нәтижелері кезінде,



Сурет – 1 - Сақтауға арналған бухт сымы [2]



Сурет - 2 - Ұстауға арналған бухт сымы [2]



Сурет - 3 - Өзекті арматураны сақтауға және тасымалдауға арналған кассеталар [2]

кем дегенде бір үлгі арматуралық болаттың барлық партиясы жарамсыз болады. Бұл болатты пайдалану туралы мәселені кәсіпорынның немесе құрылыстың техникалық басшысы шешеді.

Кернеулі беріктігі жоғары сымды қолданғанға дейін әрбір орамнан болаттың беріктігінің шегін белгілеу үшін бір үлгі бойынша іріктеп алынуы және сыналуы тиіс [2].

2. Арматуралық сымдарды өндіру сапасына технологиялық факторлардың әсері.

Суықтай тартылған арматуралық сымдарды дайындаудың дәстүрлі әдісі белгілі, оған сәйкес дайындаманы (катанканы) созу арқылы деформациялайды, кейіннен екі жақты, төрт жақты, көп жақты, қиғаш және көлденең әр түрлі формадағы периодтық профиль түсіріледі.

Табақшаға жақын арматуралық сымдарды дайындау тәсілі, қимасы бойынша бірқалыпты қысумен катанканың тізбекті деформациясын жабыстыратын және таза сымнан кейін орнатылған клеттің профильдік роликтерімен сымға периодтық профильді жағу тәсілі болып табылады және де периодтық профиль сымның жоғарғы және төменгі жағына жағылады.

Белгілі тәсілдер келесі кемшіліктерге ие. Арматуралық сымдарды өндіру практикасы роликті клеттің көмегімен периодтық профильді жағу кезінде геометриялық өлшемдерді (рұқсат етілген сопақ болған кезде шығыңқы биіктігі) сақтауды әрдайым қамтамасыз ете алмайтынын көрсетеді.

Қойылған мақсат арматуралық сымдарды дайындаудың белгілі тәсілінде дөңгелек дайындаманы қысып, бір мезгілде қабырғаны профильдік талшықта қарсы бөліктерде қалыптастыра отырып қол жеткізіледі, өнертабысқа сәйкес алдын ала дайындаманы талшықты пішіндейтін бірыңғай технологиялық ағында орнатылған сопақ калибрі бар, оның алдында деформациялайды, бұл ретте овалдың кіші осі бойынша қысу дәрежесін 3-6% тең етіп белгілейді.

Арматуралық сымдарды дайындау тәсілі келесідей жүзеге асырылады.

Таза сымнан кейін дайындау сопақ калибрлі талшыққа және одан әрі қабырға қалыптастыру үшін профильдік роликті талшыққа түседі [3] .

2.1 Арматуралық сымдарды өндірудегі технологиялық процестері

Арматуралық сымдарды қарапайым әдістермен өндірудің технологиялық процестерінің көпшілігі жоғары көміртекті болаттан жасалған, мысалы арқан және серіппелі суықтай тартылған сымдардың басқа түрлерін жасаудың негізгі процестеріне ұқсас. Бұл ретте бастапқы дайындама (Катанка немесе сым) берілген бастапқы құрылымды алу үшін термиялық өңдеуден (әдетте патенттеуден) өтеді [1]. Болаттың жоғарғы беті деформацияға (қабыршақты химиялық немесе механикалық тәсілмен жою, кейіннен жағылатын қабатты жағу және кептіру арқылы дайындалады.) [1; 2; 3].

Одан әрі дайындама қатты қорытпалардан жасалған сымдар арқылы құрғақ сабын ұнтағымен маймен созады [2-3].

Жоғарыда көрсетілген кең таралған үдерістерден басқа, арматуралық сымдарды дайындау кезінде жаңа ерекше процестер - пішіндеу (кезеңдік профильдегі сымдарды дайындау кезінде) және деформациядан кейін термиялық өңдеуді аяқтау - босату қолданылады. Арматураның ұтымды өндірісін ұйымдастыру диаметрі 8 мм астам дайындау үшін патенттеу процестерін жетілдіруді және созу технологиясын біршама нақтылауды талап етті.

Үлкен диаметрлі (6-8 мм) арматуралық сымдарды шығару кезінде ең үлкен қиындықтар кездеседі, оны дайындау үшін қарапайым технологиялық нұсқалар бойынша аса үлкен диаметрлі (12-16 мм және одан да көп) жоғары көміртекті болаттан жасалған катанка қажет, сондай-ақ сымды өндіру кезінде әдетте талап етілмейтін қуатты термиялық және созу агрегаттары қажет.

2.2 Дайындаманың жоғарғы бетін созуға дайындау

Дайындаманың жоғарғы бері созылуға ұшырар кезінде, мұқият дайындау керек. Ол үшін одан окалинді немесе тоттарды алып тастау және оған арнайы жағылатын қабат салу қажет. Бұл операциялар оралмаған бунттарда немесе орамдарда немесе жіппен немесе спиральмен қозғалатын дайындамада жүргізіледі.

Қабыршақты жоюдың үш негізгі жолы бар: 1) химиялық-негізінен күкірт немесе тұз қышқылының су ерітінділерінде өңдеу [3]; 2) механикалық-роликтермен иілу(қажет болған жағдайда сым щеткасымен қосымша тазартумен), металлды өңдеу [3,4] немесе металл емес ұнтақпен өңдеу, құмды пульпамен өңдеу [4]; 3) құрамдастырылған-механикалық және химиялық.

Арматуралық сымды созудың алдында бунттардағы катанка бетін дайындау кезіндегі операциялардың реті әдетте осындай:

1. Бастапқы концентрациясы 90-150 г/л және соңғы 40-50 г/л кезінде күкірт қышқылының су ерітіндісінде өңдеу. Ерітіндідегі темір купорос құрамы 180 г/л аспауы тиіс. Температура травильного раствора 60° С, длительность травления 10— 40 мин.
2. Промывка после травления горячей водой, а затем холодной под давлением 70—100 кн/м^2 .
3. Ылғал атмосферада бөлме температурасында, металдың бетінде сары түс пайда болғанға дейін 10-20 мин бойы ұсақ шашыраған су ағынымен сарғаю пайда болғанға шейін ұстау..
4. Сұйық шынымен жабу, су ерітіндісінде құрамы 60-80° с ерітіндінің температурасы кезінде 120-150 г/л болуы тиіс. Өңдеу ұзақтығы 5-15 с (бір-үш батыру).
5. 170° С кезінде кептіру кемінде 10 мин (кептіру алдында дайындау ауада 5 минуттан аспауы мүмкін).

"Патенттеу — бетті дайындау" комбайндарында дайындаманың бетін жіппен дайындау осындай ретпен жүргізіледі.

1. Ваннада ыстық сумен жуу.
2. Құрамында темір купоросы 120 г/л аспайтын болса, концентрациясы 140-220 г/л күкірт қышқылының су ерітіндісінде өңдеу. Ерітіндінің температурасы 80-90° С.
3. Душ астында суық сумен жуу.

4. Құрамында күкірт қышқылы 15-30 г/л және темір купоросы 60 г/л-ден аспаған кезде мыс купоросының сулы ерітіндісінде оның концентрациясы 25-35 г/л-ден аспайтын мыс купоросын баяу шығару. Ерінтінің температурасы 25° С жоғары емес.
5. Ағынды суда және душ астында жуу.
6. 90-100° С температурада 130-180 г/л шамасында ерітіндіде бар буроймен жабу.
7. Кептіру.

Кейбір зауыттарда төменгі жақпа қабатының екі әдісіне параллель қолданылады: 1) меднение және 2) меднениясыз сарғаю. Бұл дәнекерленген сым орамдарын түсі бойынша ажыратуға мүмкіндік береді және дәнекерлеу орнын анықтауды жеңілдетеді. Алайда арматуралық болат бетінің баяу болуы оның коррозиялық тұрақтылығын нашарлатады.Сондықтан кейбір елдерде, мысалы, Югославияда арматураға арналған мыстан жоғары берік сым өндірмейді және импорттық мыс сымнан оны пайдаланар алдында мыс қабатын алады, оны бірнеше секундқа азотты қышқылдың қатты концентрацияланған ерітіндісіне айналдырады [1].

2.3 Технологиялық майлау

Майлау арматуралық сымдарды созу процесін жеңілдетеді. Тартудан немесе термиялық өңдеуді аяқтағаннан кейін оның қалдықтары, атап айтқанда төмен температуралы босатудан кейін сымдың бетін ластамауы тиіс және кернеудегі металдың коррозиясына ықпал етпеуі тиіс.

Арматуралық сымдардың барлық созылуы құрғақ майлаумен — сабынды ұнтақпен, әдетте натр сабынмен, Өсімдік майларының және жануарлардың жартылай майларының негізінде жүзеге асырыладыСоңғы уақытта шетелде синтетикалық майлы қышқылдардан жасалған жаңа майлау материалдарын әзірлейді және деформация ошағына майлауды беру тәсілдерін жасайды [2; 3 - 4; 4 - 5].

2.4 Жылулай созу

Тәжірибе көрсетті, көміртекті болаттан жасалған сымдарды жылулай созу мүмкіндігін [4]. Помпа мен Кнакштедтің зерттеулерімен анықталған [80] Болаттың мұндай сымының созылуы 100, 200 және 300°С кезінде 0,84% С-тан 100, 200 және 300 ° С-қа дейін уақытша кедергіні, ағымдылық шегін және әсіресе бөлме температурасында созумен салыстырғанда серпімділік шегін жоғарылатады және сонымен қатар салыстырмалы тарылу мен салыстырмалы ұзаруды біршама төмендетеді.

Автор және К. С. Романов арматуралық сымдардың жылулай созылуының оның аса маңызды механикалық қасиеттеріне әсерін

байқады. Бұл ретте 0,9% с болатын болаттан жасалған сым жылуға созуға ұшырады. Оны созу тізбекті станда және бір рет созу машинасында 1/550 жылдамдығы 2,5 м/с жылдамдықпен жүзеге асырылды. Талшықтың алдында орнатылған муфтельдің сыртқы қыздырылуымен ұзындығы 1,5 м/с құбырлы электр пеші арқылы өткен кезде сымды жіппен қыздырды.

Кесте 3 - Сымның механикалық қасиеттері, салқын және жылы созуға ұшыраған (пеш температурасы 450 ° С), сондай-ақ осындай режимде босату(отпуск) (барлық нұсқаларда өңдеу жылдамдығы 2,5 м / с) [3]

d, мм	Дайындама диаметрі, мм	Өңдеу	$\sigma_в$	$\sigma_{0,2}$	$\sigma_{0,05}$	δ_{100}	$\delta_{полз}^{70/100}$
			Мн/м^2 (кГ/мм^2)			%	
		Суықтай созу	1860 (186)	1700 (170)	1480 (148)	2,5	0,039
3,6	4	Суықтай созу кезіндегі босту	1900 (190)	1740 (174)	1540 (154)	2,3	0,031
		Жылулай созу	1940 (194)	1800 (180)	1670 (167)	2,7	0,015
		Суық созу	1920 (192)	1720 (172)	1610 (161)	2,9	0,020
2,2	2,5	Суықтай созу кезіндегі босту	1900 (190)	1800 (180)	1670 (167)	2,0	0,019
		Жылулай созу	2020 (202)	1920 (192)	1720 (172)	1,5	0,011

Жылулай созумен қатар бастапқы дайындаманы суық созу, сондай-ақ суықтай тартылған сым жіппен босату жүргізілді. Пештің температурасы және оны босату кезінде сымдардың өту жылдамдығы жылу, созу кезіндегіне ұқсас болды. Беріктігі, серпінділігі және пластикалық қасиеттері, сондай-ақ зерттелген үлгілердің кестеде 3 келтірілген.

Эксперименттердің талдау көрсеттілді олар: 1) жылы созу кезінде босатылған, сондай-ақ суықтай тартылған сымға қарағанда екі есе аз созғыштық алынды; 2) серпімділіктің ең жоғары шартты шегі (эксперименттерде $\sigma_{0,05}$) барлық жағдайларда сымға алынды, жылы созу әдісімен дайындалған; $\sigma_{0,05}$ босатылған сымнан жоғары, бастапқы суықтай созылған, бірақ жылуға қарағанда төмен; сипаттамаларды салыстыру кезінде де осындай нәтижелер алынды $\sigma_в$ және $\sigma_{0,2}$; 3) тұтынушылар берген салыстырмалы ұзарту нормасына қол жеткізу $\delta_{100} \geq 4\%$ көрсетілген нұсқалар жағдайында жылудай созу кезінде, сымның нақты қыздыру температурасы төмен болғанда, мүмкін болмады.

Одан әрі сымдардың жоғары пластикалық және реологиялық қасиеттерін қамтамасыз ететін контактілі электржылытқышпен жылудай созу технологиясы әзірленді.

2.5 Арматуралық сымдарды босату (отпуск) бойынша жұмыстардың нәтижелері

Арматуралық сымдарды босату температураны дұрыс таңдау кезінде қыздыру ортасының температураларының кең диапазонында әртүрлі қыздыру тәсілдерімен әр түрлі ортада сәтті жүзеге асырылуы мүмкін, қыздыру жылдамдығы мен ұзақтығы, сондай-ақ салқындату қарқындылығы. Осы технологиялық факторлардың жиынтығы механикалық қасиеттердің баламалы үйлесімін қамтамасыз етуі тиіс.

Арматуралық сымды оның өзін-өзі түзетуін қамтамасыз ету үшін түзету алдында жүзеге асыру қажет. Темір-бетон конструкцияларының кәсіпорындарында жиі қолданылатын басатылған сымды түзетуге жол берілмейді, себебі ол болат сымдау кәсіпорындарында босату кезінде жеткен серпімді сипаттамалардың жоғары көрсеткіштерін, сондай-ақ сымдардың реологиялық тұрақтылығын күрт төмендетеді. Арматуралық сымдардың жақсы өзін-өзі түзетілуі тек тиімді құрылымды басқару құрылғысын қолдану және орамның тиімді ішкі диаметрін таңдау кезінде қамтамасыз етіледі.

Арматуралық сымдарды босатудың ең тиімді нұсқасы қазіргі заманғы болат сымдарын шығаратын кәсіпорындардың нақты мүмкіндіктеріне сүйене отырып, қорытпаның 380° с температурасы кезінде орташа температуралы ортада - тұздың (атап айтқанда, натрий нитритінде) көп жіпті ағындық бостатылуын есептеу қажет.

Қарапайым босату суық тартылған Болаттың релаксациялық тұрақтылығын арттырады, тек қана сымның бастапқы кернеуі 70% - дан кем болғанда-жоғары кернеу кезінде босатылған сым кернеулерінің релаксациясының өсуі суық деформацияланған релаксацияның ұлғаюынан озады. Осыған орай, жақын болашақта босатулар (отпуск) қазіргі әдісін түбегейлі жетілдіру қажет, механикалық - термиялық өңдеу (МТО) деформациямен біріктірілген қалыпты отпусктің орнына кеңінен қолданылады, және оны пайдаланудың жоғары техникалық-экономикалық көрсеткіштерін қамтамасыз ететін техникалық-экономикалық көрсеткіштер [5].

2.6 Механикалық-термиялық өңдеу әдісімен арматуралы сымдар өндірісі

Жоғрыдағы зерттеулерге қарай отырып, босату δ_{100} және $\sigma_{0,01,}$ шамаларын күрт арттырады, бірақ 65-70% σв кернеу шегінде суық деформацияланған сым арматурасының релаксациясына және сырғуына

салыстырмалы түрде аз әсер етеді, сымдарды дайындау және оны тиісті темірбетон және т.б конструкцияларда пайдалану кезінде, әдеттегі режимдер мен босату ортасы кезінде есептерде қолданылатын электр жетектері.

Механикалық жүктеу болаттың ағымдылық және серпімділік шектерін және оның реологиялық тұрақтылығын арттырады, бірақ салыстырмалы ұзаруын ұлғайтпайды. Сонымен қатар, босатумен сәйкес жүктеуді қолдану жоғары иілгіштік сипаттамалармен үйлесімде жоғары серпінді және реологиялық қасиеттерді алуды қамтамасыз етеді, атап айтқанда δ_{100} - Арматураның релаксациялық тұрақтылығы үш-төрт есе артады және уақыт өте азаймайды. Мұның бәрі шартты түрде жасалған сымды тұрақтандырылған деп атауға, ал оны алу процесі тұрақтандыруға мүмкіндік береді.

салыстырмалы түрде аз әсер етеді $\sigma_в$ қысқа мерзімді беріктіктің сипаттамасына әсер етеді, бірақ металдар мен қорытпалардың релаксациялық тұрақтылығын күрт арттырады, бұл ретте ең үлкен релаксациялық төзімділікке деформацияның белгілі бір дәрежесі сәйкес келеді (бірқатар жағдайларда 5%).

Тұрақсыздық шегі МТӨ үдерісіндегі құрылымдық өзгерістерге аса сезімтал. Беріктілік сипаттамалардың максималды мәні деформацияның оңтайлы дәрежесіне сәйкес келеді, яғни металда полигондау процесі басталатын және дамитын салада, түзілетін дислокацияларды тік қатарларға қайта бөлу және барлық нығайтылатын көлемді қамтитын полигондардың шекаралары бойынша орналасуын ретке келтіре отырып, дамыған субқұрылымдардың пайда болуы байқалады.

Металда мұндай реттелген дисслокациялық құрылым құрылғаннан кейін беріктілік сипаттамалардың өзгеру қарқындылығы, яғни ең алдымен ағымдылық шегі күрт өзгереді. $\sigma_в$ және $\sigma_{0,2}$ (δ және ψ кішірейуі) кейбір ұлғаю үрдісі кейіннен деформацияның оңтайлы өсуімен қарапайым механикалық жапсырманың құбылысымен байланыстыБұл жағдайда Кристалл тордағы бұрмалардың жиналуының жалғаспалы процесі, яғни, олардың полигоналды қабырғаларға қайта бөлінбестен, орналасу тығыздығының артуы беріктіктің жоғарылауына және икемділіктің төмендеуіне әкеледі.

Темірдің беріктігі мен икемділігінің қанағаттанарлық үйлесіміне МТӨ-да алдын ала 5% ұзартумен қол жеткізіледі. Деформацияның жоғары дәрежелері кезінде иілгіштіктің сипаттамасы төмендей бастайды, онда, анық, дислокациялық қабырғалардың пластикалық деформациясының салыстырмалы жоғары дәрежелері аймағында металдың біркелкі деформациялануымен немесе полигондар арасында бағдарлаудың тым үлкен бұрыштарын алумен немесе шамамен 8-10% деформация дәрежесі кезінде металдың қайтымсыз зақымдану мүмкіндігімен түсіндіріледі. [5].

Біз жүргізген зерттеулердің нәтижелерін талдай отырып, кейбір жоғарыда айтылған жеке ережелер жете расталмайды, кем дегенде зерттелген жағдайларда.

Шамасы, осы және оған жақын жағдайларда Болаттың реологиялық беріктігін жоғарылатудың және оның кедергісін деформациялаудың негізгі себебі жергілікті асқын кернеулердің релаксациясын есептеу керек [5].

3. Беріктігі жоғары арматуралық сымдардың механикалық қасиеттеріне созу жылдамдығының әсерін зерттеу

Жоғары берік арматуралық сым дайындау-өте күрделі міндет. Арматуралық сым пайдалану кезінде жүктемелерге төтеп беру үшін берік болуы тиіс және бұл ретте пайдалану және тарту кезінде үзіліп кету болдырмау үшін нәзік болмауы тиіс. [1].

Ыстықтай прокаттау және термиялық беріктендіру технологияларынан кейіннен механотермиялық өңдеумен үйлесімде деформациялық беріктендіру технологияларына көшу беріктігі жоғары арматураны өндіру технологиясы саласындағы әлемдік үрдіс болып табылады [2].

Майлау арматуралық сымдарды созу процесін жеңілдетеді.. Тартудан немесе термиялық өңдеуді аяқтағаннан кейін оның қалдықтары, атап айтқанда төмен температуралы босатудан кейін сымның бетін ластамауы тиіс және кернеудегі металдың коррозиясына ықпал етпеуі тиіс.

Арматуралық сымдардың барлық созылуы құрғақ майлаумен — сабынды ұнтақпен, әдетте НАТР сабынмен, Өсімдік майларының және жануарлардың жартылай майларының негізінде жүзеге асырылады.

Соңғы уақытта шетелде синтетикалық майлы қышқылдардан жасалған жаңа майлау материалдарын әзірлейді және деформация ошағына майлау тәсілдерін жетілдіру үстінде. [2].

Сымдардың беріктілік сипаттамалары көміртегі құрамының ұлғаюымен өседі, бірақ сымның өте нәзік болуына асер етеді. Бұл практикалық жүзінде бұл қарама қайшылықты ванадий мен хромның жоғары құрамы бар болатты қоспаланған болаттарды қолдану арқылы шешуге тырысады. Беріктігі жоғары болатты қолдана отырып созу шарттарыатап айтқанда, механикалық қасиеттердің созу жылдамдығына тәуелділігі өз ерекшеліктері бар [3].

Созу жылдамдығының механикалық қасиеттерге әсері және жоғары беріктігі, жоғары сымды созу жағдайы қазіргі уақытта жеткіліксіз зерттелмеген [2-3].

Жұмыс барысында 80 маркалы болаттан сым созылды 10,0-8,95-8,05-7,23-6,555,95-5,45-5,03 мм созу жылдамдығымен 6,3 және 4,0 м/с, 80Ф-1 маркалы болаттан жасалған сымды берілген маршрут бойынша созу 9,0-8,05-7,23-6,55-5,95-5,45-5,03 мм созу жылдамдығымен 6,3 и 4,0 м/с. Дайын сымда беріктілік шегі, ағымдылық шегі, салыстырмалы ұзарту және сым қимасы бойынша микро-қаттылықты бөлу сияқты механикалық қасиеттер өлшенді.

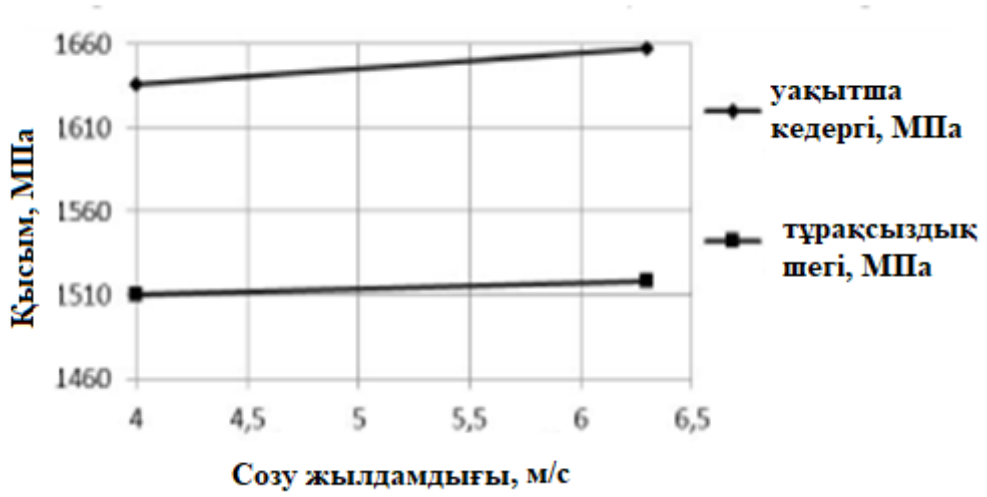
Кесте 4 - Қарастырылған болат маркаларының химиялық құрамы (%)

Болат маркасы	C	Mn	Si	S	P	Cr	Ni	Cu	Al	Mo	V	Ti
80	0,82	0,68	0,28	0,007	0,012	0,04	0,04	0,05	0,04	0,02	0,007	0,004
80Ф-1	0,81	0,68	0,21	0,004	0,015	0,09	0,004	0,05	0,03	0,02	0,07	0,004

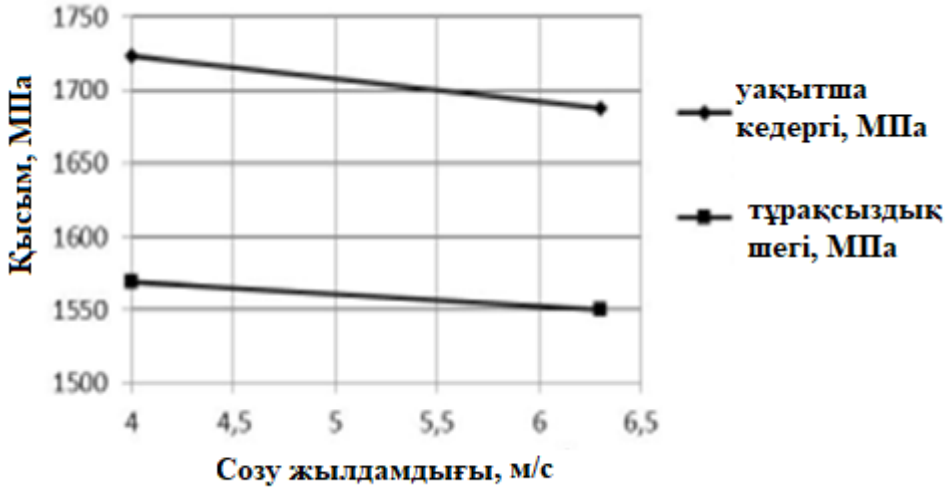
4 суретте хроммен және ванадиймен қоспаланған 80Ф-1 болаттан жасалған арматуралық сымдардың берік қасиеттеріне созу жылдамдығының әсері көрсетілген. Берілген мәліметтерге сәйкес дайын сымдардың берік қасиеттері (уақытша кедергі және ағымдылық шегі) созылу жылдамдығының ұлғаюымен өседі.

5 суретте 80 болаттан жасалған дайын арматуралық сымдардың беріктілік қасиеттерінің созылу жылдамдығынан тәуелділігі көрсетілген. болат 80Ф-1 үшін, болат 80 қарағанда сымдардың беріктілік қасиеттері азаяды, бұл сымдардың механикалық қасиеттерінің алдыңғы жағдайға қарағанда температураға тәуелділігімен түсіндіруге болады.

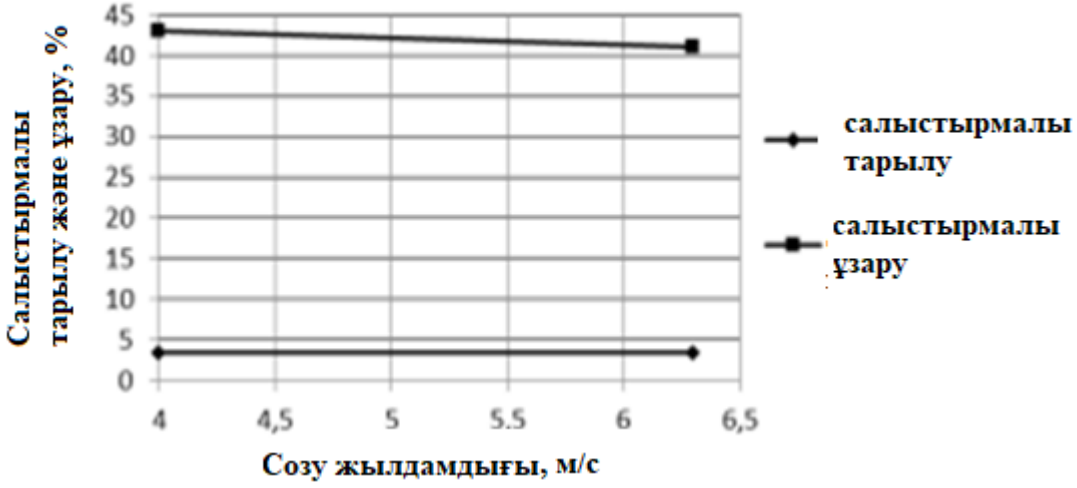
6-суретте пластикалық қасиеттердің 80ф-1 маркалы болаттан жасалған арматуралық сымдардың созылу жылдамдығына тәуелділігі көрсетілген.



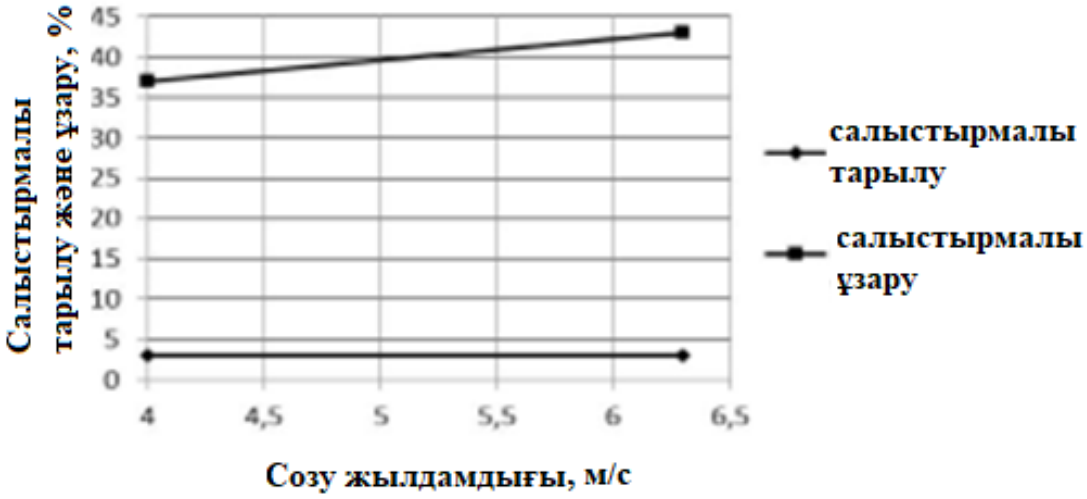
Сурет - 4 –Болат 80ф-1 үшін созу жылдамдығынан ағымдылық шегінің және уақытша кедергінің тәуелділігі



Сурет – 5- Болат 80 үшін созу жылдамдығынан ағымдылық шегінің және уақытша кедергінің тәуелділігі



Сурет – 6- Болат 80Ф-1 үшін созу жылдамдығына қатысты тарылу мен ұзартудың тәуелділігі

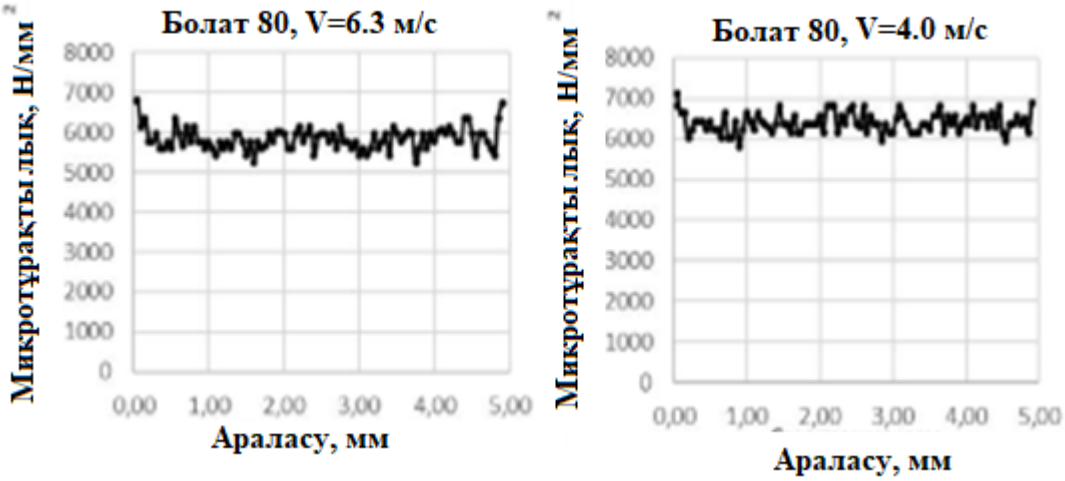


Сурет – 7- Салыстырмалы тарылу мен ұзартудың болат 80 үшін созу жылдамдығына тәуелділігі

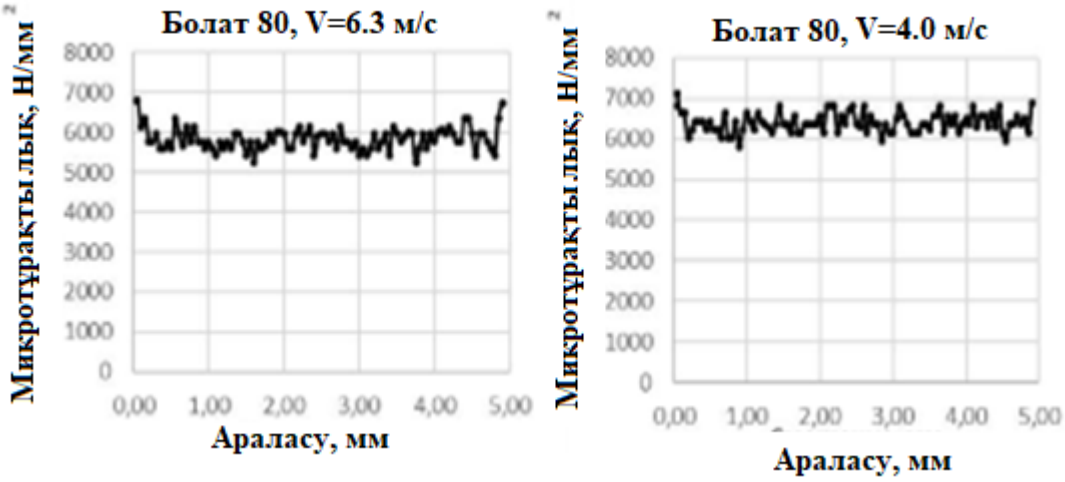
80 және 80Ф-1 болаттан жасалған сымдардың пластикалық қасиеттері беріктілік қасиеттеріне қарама-қарсы өзгереді, яғни беріктілік қасиеттерінің өсуі сымның пластикалық қасиеттерінің төмендеуімен әкеліп соғады. Берілген тәуелділікті талдай отырып сымдардың созылу жылдамдығы әр түрлі әсер етуі бойынша дайын арматуралық сымдардың механикалық қасиеттеріне әсер ететінін көрсетеді. Созу жылдамдығының өсуімен қоспаланған болаттан жасалған сымдардың берік қасиеттері өседі, ал пластикалық қасиеті азаяды.

Болат 80, керісінше, беріктілік қасиеттері азаяды, ал пластикалық өсу үрдісі бар. Беріктігі жоғары Болаттың температурасы созу жылдамдығы кезінде айтарлықтай өсуі мүмкін [4]. Зертеліп отырған болаттың механикалық қасиеті температураға тәуелділігі өзгеше болуы мүмкін [5], және болат 80 қолдану бұл температураның өсуімен сымдардың төзімділігінің төмендеуі және пластикалық қасиеттерінің жоғарылауы байқалуы мүмкін.

Сурет 8,9 екі түрлі жылдамдықтар үшін 80 және 80Ф-1 болаттан жасалған диаметрі 5 мм дайын арматуралық сым қимасы бойынша микроқаттылықты бөлу ұсынылған.

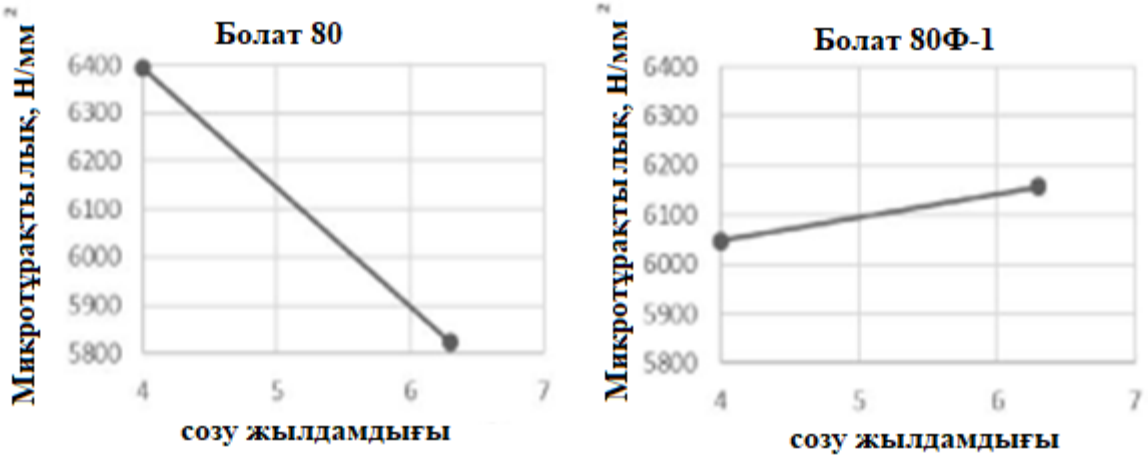


Сурет – 8 - Болат 80 үшін сым қимасы бойынша микро қаттылықты бөлу



Сурет – 9 - 80Ф-1 болат үшін сым қимасы бойынша микроқаттылықты бөлу

80 және 80Ф-1 болат үшін созу жылдамдығынан сым қимасы бойынша микро қаттылықтың орташа мәндерінің тәуелділігі Сурет 10



Сурет – 10- Микро қаттылық қимасы бойынша орташа созылу жылдамдығына тәуелділік

Берілген тәуелділікте сым қимасы бойынша микро қаттылықтың таралу сипаты бірдей сипатқа ие. Бұл сымның үстіңгі қабатындағы жоғары микро қаттылығы және сым көлемі бойынша салыстырмалы түрде біркелкі таралуы. Әдетте, жоғарғы қабаттағы қаттылық катанка жасау сатысында пайда болады. Бұл катанканың суыту жағдайларымен байланысты, өйткені үстіңгі қабаттың беті катанканың өзегіне қарағанда неғұрлым қарқынды салқындатылады, сондай-ақ деформация жағдайларымен байланысты, өйткені илектеу кезінде және созу кезінде үстіңгі қабаттағы деформация жылдамдығы, әдетте, бұйым көлеміне қарағанда жоғары. Арматуралық сым созылғанда бұл үрдіс (тенденция) себебі сымдардың үстіңгі және орталық аймақтарындағы температуралық және деформациялық жағдайлар айтарлықтай ерекшеленеді. Сондай-ақ бұл жұмыста арматуралық сымның ортасынан үстіңгі қабатқа қарай микро қаттылығының артқаны атап өтілді. [6].

ҚОРЫТЫНДЫ

Айтылып өткендей, арматуралық сымдардың механикалық қасиеті созу жылдамдығына байланысты. Механикалық қасиеттерінің созу жылдамдылығына тәуелділігі дайындамаға пайдалану барысында болаттың әр түрлі маркаларынан жасалуына байланысты өзгереді. Микро қаттылықты өзгерту дайын сымның механикалық қасиеттерінің өзгерістерімен корреляциялайды. Сым қимасы бойынша микро қаттылықты бөлу созудың барлық зерттелген режимдері мен болат маркалары үшін бірдей түрге ие. Таралудың тән ерекшелігі-сымның үстіңгі қабатындағы жоғары микро қаттылық. Беттік қабат Катанка жасау кезеңінде және сым созу кезінде қалыптасады. Сымдардың сыртқы қабаттарының механикалық қасиеттері жоғары температурамен, жылдам салқындатумен және катанканы орау және сым созу кезінде дайындаманың бетінде деформацияның анағұрлым жоғары жылдамдығымен анықталады.

Сымдардың созу кезінде механикалық қасиеттеріне әсер ететін негізгі бәсекелес факторлар деформация кедергісін және деформация жылдамдығының өсуімен температураны арттыру болып табылады. Екі фактор да қарама-қарсы бағыттардағы деформация жағдайына әсер етеді және олардың іс-әрекетінің нәтижесі қандай да бір фактордың басым болу дәрежесіне байланысты.

Созу жылдамдығының жоғарылауы кезінде беріктілік қасиеттерінің төмендеуінің байқалатын әсері осы жағдайда температуралық әсерінен басым болып табылатындығымен байланысты.

ПАЙДАЛАНҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Юхвец И.А. Производство высокопрочной проволочной арматуры. М.: Металлургиздат, 1973. 264 с.
2. Перлин И.Л., Ерманок М.З. Теория волочения. М.: Металлур¬гия, 1971. 448 с
3. Харитонов В.А., Головизнин С.М. Проектирование режимов высокоскоростного волочения проволоки на основе моделирования: монография. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2011. 117 с.
4. Особенности деформационной обработки высокопрочной арматуры для железобетонных шпал нового поколения / А.Г. Корчунов, М.В. Чукин, Г.С. Гун и др. // Вестник ЮУрГУ. 2011. № 36. С. 76-80.
5. Мейерс М.А. и Мур Л.Е. Ударные волны и явления высокоскоростной деформации металлов: пер. с англ. М.: Металлур¬гия, 1984. 512 с.
6. Харитонов В.А., Головизнин С.М. Расчёт скоростных напряжений при протяжке проволоки в клиновидном очаге деформации // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2005. №3(11). С. 48-50.