

AZƏRBAYCAN MİLLİ ELMLƏR AKADEMİYASI
İDARƏETMƏ SİSTEMLƏRİ İNSTİTUTU

Əlyazması hüququnda

ZƏRBAF NÜSRƏT qızı ƏMİRASLANOVA

**DƏMİR-BETON KONSTRUKSİYALARINDA
METAL SƏRFİNİN OPTİMALLAŞDIRILMASI**

1203.01 – Kompüter elmləri

Texnika üzrə fəlsəfə doktoru elmi dərəcəsi
almaq üçün təqdim olunmuş

A V T O R E F E R A T

Bakı - 2017

Dissertasiya işi AMEA İdarəetmə Sistemləri İnstitutunda yerinə yetirilmişdir.

Elmi rəhbər: fizika-riyaziyyat elmləri namizədi,
dosent **Ə.B.PAŞAYEV**

Rəsmi opponetlər: texnika elmləri doktoru,
A.H.Hüseynov

riyaziyyat üzrə fəlsəfə doktoru,
R.İ.Davudova

Aparıcı müəssisə: Azərbaycan Memarlıq və İnşaat
Universiteti
(“İnformasiya texnologiyaları və
sistemləri” kafedrası)

Dissertasiyanın müdafiəsi 20 oktyabr 2017-ci ildə saat 14.00-
da AMEA İdarəetmə Sistemləri İnstitutunda D01.121 Dissertasiya
şurasının iclasında keçiriləcəkdir.

Ünvan: AZ 1141, Bakı şəh., B.Vahabzadə küç., 9

Dissertasiya işi ilə AMEA İdarəetmə Sistemləri İnstitutunun
kitabxanasında tanış olmaq olar.

Avtoreferat 19 sentyabr 2017-ci il tarixində göndərilib.

D01.121 Dissertasiya Şurasının
elmi katibi, fizika-riyaziyyat
elmləri namizədi, dosent

Ə.B.PAŞAYEV

İŞİN ÜMUMİ XARAKTERİSTİKASI

Mövzunun aktuallığı. İnşaat sektorunda dəmir-beton konstruksiyalarından geniş istifadə olunur. Bu zaman armaturların layihələndirilməsi görülcək işlərin mərhələlərindən birini təşkil edir. Dissertasiyanın mövzusu armaturların layihələndirilməsinin avtomatikleşdirilməsinə həsr olunub.

Layihələndirmənin tərkib hissəsi olaraq işçi çertyojların çəkilməsini, iqtisadi hesabatların aparılmasını və müxtəlif optimallaşdırma məsələlərinin həllini göstərmək olar.

Armaturların işçi çertyojları dedikdə onun diametrini, elementdə istifadə olunacaq yerini, paylanma addımını, qoruyucu beton örtüyünü və s. nəzərə almaqla müvafiq standarta uyğun olaraq onların çertyojda çəkilməsi başa düşülür. Armaturların dizaynı mühəndis-konstruktorlar tərəfindən həyata keçirilərkən, tikilini təşkil edən elementlərin (sütunların, tirlərin, divarların, mərtəbələrarası örtüklərin və s.) göstəricilərinə təkrar müraciətlər olur. Bu göstəricilər layihənin işlənmə üsullarından asılı olaraq bir neçə çertyojdan axtarılır və bu proses izafi vaxt itkisinə səbəb olur. İstər zaman baxımından, istərsə də işçi çertyojların hazırlanmasına sərf olunan maddi vəsait baxımından məsələnin həlli üçün səmərəli yolların axtarılması zərurəti yaranır.

Dəmir-beton konstruksiyalı inşaat obyektlərində armaturun çəkisi ilə əlaqədar hesabatlar tələb olunur. İstər işə başlamazdan əvvəl, istərsə də iş sona çatdıqdan sonra armatur sərfinin hesablanması vacib hesabatlardan sayılır və onlara dönə-dönə müraciət olunur. Adətən bu hesabatları əllə hesablayırlar. Yaxşı halda həmin hesabatlar Microsoft Excel-də yerinə yetirilir və bu zaman verilənlər klaviaturadan icraçı tərəfindən daxil olunur. İcra zamanı buraxılan xətalər müstəsna hal təşkil etmir. Mexaniki buraxılan səhvlərə görə hesablanan armaturun çəkisində yanlışlıq ola bilər. Bu səbəblərdən armaturun çəkisinin avtomatik hesablanması əhəmiyyətlidir.

Dəmir-beton konstruksiyalı tikililərin inşası zamanı vacib məsələlərdən biri də armaturların kəsilməsidir. Armaturlar tikinti

sahəsində kəsilib montaj olunan zaman armaturların qeyri-peşəkar kəsilməsi əlavə itkilərə gətirib çıxarır. Bu cəhətdən armaturların kəsilməsi üçün optimal variantın seçilməsi zay məhsulun (tullantının) minimallaşdırılmasına səbəb ola bilər.

Yuxarıda deyilənləri nəzərə alaraq dəmir-beton konstruksiyalı layihələrdə armaturların işçi çertyojlarının hazırlanmasının və armaturların çəkisinin hesablanması avtomatlaşdırılması, həmçinin, armaturların montajı zamanı yaranan tullantının minimallaşdırılması məsələsi aktualdır.

Tədqiqat mövzusunun məqsədi. Tədqiqat mövzusunun məqsədi dəmir-beton konstruksiyalı tikililərdə işçi çertyojlarının hazırlanmasının, armaturların çəkisinin hesablanması avtomatlaşdırılması, armaturların montajı zamanı yaranan tullantının miqdarının minimallaşdırılması məsələləri üçün program sisteminin yaradılmasıdır. Bu sistemin vasitəsi ilə işçi qüvvəsindən, vaxtdan səmərəli istifadə etməklə, layihənin iqtisadi cəhətdən daha ucuz və keyfiyyətli başa gəlməsinin təmin olunması və tullantıların azaldılması mümkün olacaqdır.

Elmi yeniliklər. Dissertasiya işində alınmış elmi yeniliklər aşağıdakılardır:

- 1) işçi çertyojların çəkilməsinin avtomatlaşdırılması üçün yeni konseptual model verilmişdir;
- 2) biçmə zamanı istehsalata ilk növbədə uzunluğu daha kiçik olan armaturların yönəldilməsi məsələsinin riyazi modeli yaradılmışdır;
- 3) tullantını təsvir edən funksiya qeyri-xətti olmasına baxmayaraq tullantının minimallaşdırılması məsələsi xətti modelə gətirilmişdir;
- 4) işçi çertyojların avtomatik çəkilməsi, istifadə olunan armaturun çəkisinin avtomatik hesablanması və yaranan tullantının minimallaşdırılması məsələləri kompleks olaraq həll edilmişdir.

Dissertasiya işinin praktiki əhəmiyyəti. Dissertasiya işinin nəticələri təyinatından asılı olmayaraq dəmir-beton konstruksiyalı bütün tikililərdə tətbiq oluna bilər.

Dəmir-beton konstruksiyaları mülki binaların (yaşayış evləri, ictimai və mədəni-məişət təyinatlı binalar), sənaye binalarının (istehsalat və nəqliyyat tələbləri üçün olan binalar – sex binaları, qazanxanalar, elektrik stansiyaları, sənaye və nəqliyyat anbarları, teplovoz və elektrovoz depoları və s.), kənd təsərrüfatı tələbləri üçün lazım olan binaların (heyvandarlıq və quşçuluq fermaları, baytarlıq müalicəxanaları, kənd təsərrüfatı məhsulları anbarları və s.) inşasında istifadə olunur.

Tədqiqat işi bu sahədə aparılan elmi işlərin və təcrübələrin daha da təkmilləşdirilməsində və inkişaf etdirilməsində faydalı ola bilər.

Həmçinin, yaradılmış sistemi müəyyən dəyişikliklər etməklə müxtəlif standartlarla layihələndirilən dəmir-beton konstruksiyası ilə inşa olunacaq istənilən tikintiyə tətbiq etmək mümkündür.

Tədqiqat üsulları. Dissertasiya tədqiqatının metodoloji əsasını yuxarıda göstərilən məqsədləri həyata keçirmək üçün riyazi modelləşdirmənin metodları, proqram sistemin yaradılması üçün struktur proqramlaşdırma, obyekt yönümlü proqramlaşdırma metodları, tullantının minimallaşdırılması üçün xətti proqramlaşdırma, tam ədədli proqramlaşdırma metodları təşkil edir.

Tədqiqat nəticələrinin probasiyası. Dissertasiyada alınmış nəticələr 2012-ci ildə “Kibernetikanın və İnformatikanın problemləri” (“Problems of Cybernetics and Informatics”) adlı 4-cü Beynəlxalq Konfransda (Bakı) (The 4th International Conference), 2014-cü ildə “Elmi tədqiqatların müasir konsepsiyaları” (“Современные концепции научных исследований”) adlı VIII Beynəlxalq Elmi-Praktik Konfransda (Moskva) (VIII Международная Научно-Практическая Конференция) məruzə olunmuşdur.

Dissertasiya işinin nəticələrinin realizasiyası. Dissertasiya işində armaturların işçi çertyojlarının avtomatik çəkilməsi, bu zaman istifadə olunan armaturların çəkisinin avtomatik hesablanması və tullantının minimallaşdırılması üçün proqram modulları işlənmiş və vahid sistem şəklində inteqrasiya olunmuşdur. Yaradılmış sistem “Kooplayihə AHB” firmasının Xırdalan şəhərində inşa etdiyi məişət

binasının layihələndirilməsi zamanı hesabatların və işçi çertyojların hazırlanmasında tətbiq olunmuşdur. Həmçinin, “Atkins” şirkətinin layihələndirdiyi “Clock Tower Apartments” yaşayış kompleksinin işçi çertyojlarının hazırlanmasında tətbiq olunmuşdur.

Çap olunmuş elmi əsərlər. Dissertasiya işi üzrə səkkiz elmi iş çap olunmuşdur [1-8].

Dissertasiyanın həcmi və quruluşu. Dissertasiya işi giriş hissədən, 15 paragrafdan ibarət üç fəsildən, nəticə, istifadə olunmuş ədəbiyyat siyahısı və əlavələrdən ibarət 230 səhifəni əhatə edir. Əsas mətn 20 şəkil, 10 cədvəl, 91 adda istifadə olunmuş ədəbiyyat siyahısıyla birlikdə 123 səhifədən ibarətdir.

DİSSERTASIYANIN MƏZMUNU

Girişdə işin aktuallığı və məqsədi, obyekt və predmeti, tədqiqat üsulları, elmi yeniliklər, işin nəticələrinin aprobeşiyası və elmi praktiki əhəmiyyəti haqqında məlumatlar qısa şərh olunmuşdur.

Birinci fəsildə dəmir-beton konstruksiyalarında armaturların layihələndirilməsi üçün işçi çertyojların çəkilməsinin avtomatikleşdirilməsi məsələsinə baxılmışdır.

Bu məqsədlə birinci fəsil işçi çertyojların hazırlanması üçün standartların təsnifatına, avtomatikleşdirilmiş layihələndirmə sistemlərinin icmalına, avtomatikleşdirmənin konsepsiyasına, verilənlər bazasının strukturuna və işçi çertyojların çəkilməsinin avtomatikleşdirilməsi üçün hazırlanmış interfeysin təsvirinə həsr olunmuşdur.

- İşçi çertyojların çəkilməsinin avtomatikleşdirilməsi məqsədiylə
- standart normalar, onların oxşar və fərqli cəhətlərinin araşdırılması;
 - verilənlər bazasının yaradılması;
 - işçi çertyojların avtomatik çəkilməsi üçün sistemin yaradılması

kimi vəzifələr qarşıya qoyulmuşdur.

Dəmir-beton konstruksiyalı tikililəri layihələndirərkən müxtəlif standartlardan (Amerika, Eurocode, Rusiya, Türkiyə və s.) istifadə

olunur. Ümumilikdə bu standartlar oxşar olsalar da, bir-birindən fərqlənirlər. Bu fəsildə Eurocode və Rusiya standartlarının oxşar və fərqli cəhətləri araşdırılmışdır. Sütunların armatur işçi çertyojlarının layihələndirilməsi üçün Eurocode standartına əsasən hesablama qaydalarından misal gətirilmişdir.

Dəmir-beton konstruksiyalı binanın işçi çertyojlarını və yaxud armatur layihələndirməsini hazırlarkən təkrar icralara çox vaxt sərf olunur. Bu vaxt layihələndiriləcək tikilinin elementlərinin göstəricilərinin çertyojlardan axtarılıb tapılmasına və bu verilənlərdən istifadə edərək çertyojların çəkilməsinə sərf olunur. Tikilinin elementləri dedikdə onu təşkil edən sütunlar (beton dayaqlar), tirlər, divarlar, mərtəbələrarası örtüklər və s. başa düşülür. Bu elementlərin göstəriciləri isə onların adı, hündürlüyü, uzunluğu, eni, onların armatur millərinin xüsusiyyətləri (armaturun diametri, sayı, paylanma addımı, ...) və sairədir.

Tikilini təşkil edən elementlərin göstəricilərinə təkrarən müraciət bu göstəricilərin verilənlər bazasını yaratmaq zərurətini ortaya çıxarır. Verilənlər bazasından istifadə edərək AutoCAD sistemində armaturların işçi çertyojlarını avtomatik çəkən proqram təminatının işlənilib hazırlanması məsələsi məqsəd olaraq qarşıya qoyulmuşdur. Minimal zaman və əmək sərf etməklə həm işçi qüvvəsindən, həm də vaxtdan səmərəli istifadə etmək və proyektin iqtisadi cəhətdən daha ucuz və keyfiyyətli başa gəlməsi iddia olunur.

İşçi cizgilərin çəkilməsi üçün lazım olan əsas parametrlər müəyyənləşdirilmişdir.

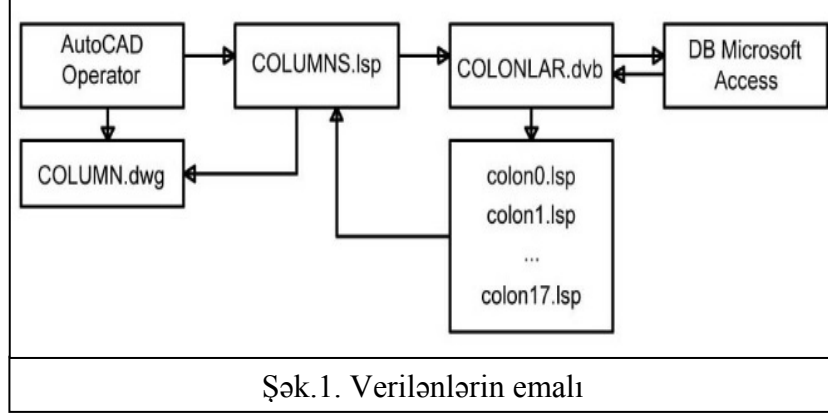
İlkin verən olaraq mərtəbə göstəriciləri, sütun göstəriciləri, tir göstəriciləri, istifadə olunacaq armaturların diametri, sayı və tətbiq olunacaq standart verilir. Sütunda istifadə olunan armaturların uzunluqları, verilənləri və hesablanan armaturları əks etdirən “dwg” genişlənməsi olan AvtoCAD çertyoju tələb olunur.

Standarta görə hər bir elementin layihələndirilməsi müxtəlifdir. Məsələn, sütunları çəkmək üçün istifadə olunan qayda və hesablamalar tirləri, döşəmələri, divarları və s. layihələndirərkən fərqlənir. Buna görə I fəsildə tikinti elementlərindən biri olan sütunların işçi cizgilərinin hazırlanması məsələsi tədqiq olunmuşdur.

AutoCAD, AutoLISP, Visual Basic, Microsoft Access proqram sistemlərindən istifadə etməklə işçi çertyoj avtomatik çəkilir. Bu çertyoj sütünların tirlərlə kəsiyini və sütünunda işlənən armatur layihələndirilməsini əks etdirir.

Verilənlər bazasının strukturu olaraq sütünların siyahısı (COLUMN), səviyyə göstəriciləri (LEVEL), tir göstəriciləri (BEAM) və sütün göstəriciləri (G_COLUMN) cədvəllərini göstərmək olar.

Belə ki, verilənlər aşağıdakı kimi emal olunmuşdur (şək.1):



Şək.1. Verilənlərin emalı

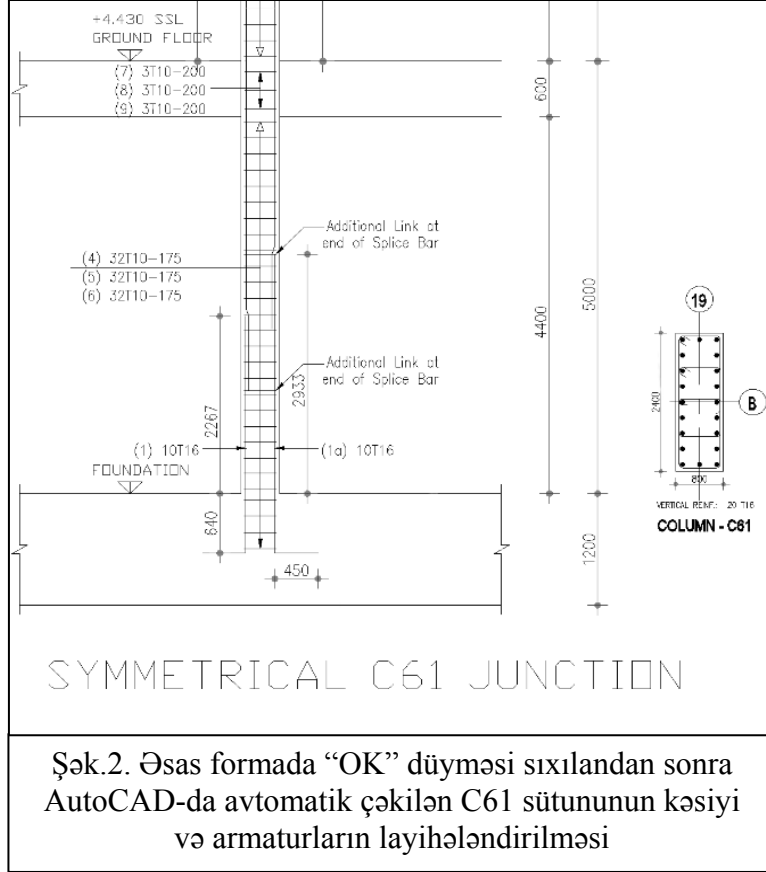
Beləliklə, verilənlər bazasından ötürülən sütün, tir, mərtəbə göstəriciləri AutoLISP proqramında emal olunur. Bu və digər hesablamalar AutoLISP proqramında aparılır. Onlara əsasən sütünların tirlərlə kəsiyi yaradılmış proqram modulu vasitəsi ilə AutoCAD proqram sistemində avtomatik çəkilir. Verilənlərin hansı mərtəbədə də daxil olunmasından asılı olaraq sütün hər mərtəbədə sütuna birləşən tirlərin adları, armaturların mərtəbələrdə hündürlük məsafələri, səviyyə göstəriciləri, armaturların mövqeləri (sayı, diametri, paylanma addımı, uzunluğu) ilə birlikdə AutoCAD-da avtomatik çəkilərək hazır işçi çertyoj hazırlanır (şək.2).

Beləliklə, I fəslin əsas nəticələri olaraq aşağıdakıları göstərmək olar:

1. işçi çertyojların çəkilməsinin avtomatlaşdırılmasının konseptual modeli yaradılmışdır;

2. işçi çertyojların Eurocode standartına uyğun çəkilməsi üçün alqoritm işlənmişdir;
3. dəmir-beton konstruksiyaların elementlərinin parametrləri müəyyənləşdirilmiş və ona uyğun verilənlər bazasının strukturu yaradılmışdır;
4. işçi çertyojların avtomatik çəkilməsi üçün uyğun proqram modulu yaradılmışdır.

İkinci fəsil dəmir-beton konstruksiyalarında armatur sərfinin hesablanması avtomatikləşdirilməsi məsələsinə həsr olunmuşdur. Bu fəsildə dəmir-beton konstruksiyalarında armatur sərfinin hesablanması avtomatikləşdirilməsi konsepsiyası, ilkin



Şək.2. Əsas formada "OK" düyməsi sıxılıandan sonra AutoCAD-da avtomatik çəkilən C61 sütununun kəsiyi və armaturların layihələndirilməsi

verilənlərin formatına qoyulan tələblər, armatur çəkisinin hesablama qaydaları və çıxış sənədlərinin əsaslandırılması verilmişdir.

Dəmir-beton konstruksiyalı inşaat obyektlərinin tikilmə prosesində vacib məsələlərdən biri armaturların çəkisinin hesablanmasıdır. Armatur bu tipli inşaat obyektlərində maliyyə cəhətdən daha çox vəsait sərf olunan materiallardan biridir. Məhz armaturların təchizatına və tikinti sahəsində armatur montajına (layihə üzrə kəsilib, bağlanması) verilən maliyyə vəsaiti dəmir-beton işləri üzrə ümumi xərcin 55-60 %-ni təşkil edir. Bundan başqa, istər tikilini planlaşdırdıqda, istərsə də artıq tikilini başa çatdırdıqdan sonra armatur miqdarı hesabatları iqtisadi və maliyyə cəhətdən mühüm yer tutur.

İstehsalatda işçi çertyojlara əsasən armaturların çəkisini bir qayda olaraq kağız üzərində hesablayırlar. Çertyojlarda hesabatın AutoCAD sistemində aparıldığına da rast gəlinir. Son dövrdə bu hesabatlar Microsoft Excel-də aparılır və bu zaman verilənlər əllə daxil olunur. Hesabat layihələndirilmiş çertyojlardakı armatur mövqələrinin nömrələmələrinə əsasən aparılır və bir sıra hallarda əllə klaviaturadan yığılan bu hesabatlarda səhvlərin buraxılması müstəsna hal təşkil etmir. Armaturun uzunluğu kəsr ədəd olduğu üçün bəzən bir vergülün səhv yazılması hesabatda böyük fərqə səbəb ola bilər.

Beləliklə, AutoCAD-da işçi çertyoj avtomatik çəkildikdən sonra istifadə olunan armatur miqdarı hesablanmalıdır. Bu məqsədlə AutoLISP proqramında generasiya edilən armaturların mövqələri Microsoft Excel proqramına ötürülür və armaturların çəkisi avtomatik hesablanır. Bu prosesin yerinə yetirilməsi üçün konseptual model yaradılmış, bu model çertyojların avtomatikleşdirilməsi üçün yaradılmış proqram təminatına inteqrasiya edilmişdir.

Armatur mövqeyi sütunda istifadə olunan armaturun diametrini, sayını, uzunluğunu, neçə dəfə təkrar olunmasını göstərir. Armatur mövqələrini bir-birindən fərqləndirmək üçün onlar avtomatik nömrələnir.

Beləliklə, dəmir-beton konstruksiyalarında armatur sərfinin hesablanmasının avtomatikleşdirilməsi məqsədiylə:

–armaturun təsnifatının tərtib edilməsi;

- hesabatın formatının hazırlanması;
- armaturların çəkisinin hesablanması qaydalarının öyrənilməsi;
- nəticə olaraq hesabatın hansı proqram sənədinin məhsulu olmasının araşdırılması

məsələləri tədqiq olunmuşdur.

Beləliklə, giriş verilənləri olaraq layihədə istifadə olunmuş yaxud istifadə olunacaq armaturların diametri, miqdarı, uzunluğu və eyni tipli mövqenin neçə dəfə təkrarlanması verilir. Nəticə olaraq istifadə olunan hər armaturun diametrinə uyğun armaturun ümumi uzunluğunu, çəkisini, ümumi çəkini göstərən Microsoft Excel faylı alınır (şək.3.).

DƏMİR METRAJ CƏDVƏLİ																
YERİ		C37 (-0.570 / +4.430 SƏV.)										SƏHİFƏ				
PROJE ADI		REV. 1										PROJE TARİXİ				
SIRA NO	DƏMİR TƏFƏRRÜATI	Diam. φ	Tak	Saya	Uzun. m	Ø8	Ø10	Ø12	Ø14	Ø16	Ø18	Ø20	Ø22	Ø26	Ø32	
1																
2	NO.1	16	1	2	3,99					7,98						
3	NO.2	20	1	1	4,13							4,13				
4	NO.3	16	1	2	3,33					6,66						
5	NO.4	20	1	1	3,66							3,66				
6																
7																
		Uzunluq cəmi (m)								14,84		7,79				
		Vahid Ağırılıq (kg/m)				0,395	0,617	0,888	1,210	1,580	2,000	2,470	2,985	3,850	4,168	6,310
		Ağırılıq cəmi (kg)								23		19				
		SƏHİFƏ CƏMI (ton)				+ 0,042					0,042					

Şək.3. Microsoft Excel paketində alınmış faylın 1-ci səhifəsi

Bundan başqa, layihədə istifadə olunacaq yaxud artıq istifadə olunmuş armaturun miqdarını göstərmək üçün müxtəlif sənədlərdən istifadə olunur. Bunlardan layihə-smeta hesabatını, armaturun diametrlərinə, yerlərinə görə hesabatları, ayrıca tikilinin

elementlərinin armatur-təsnifatları cədvəlini və digərlərini göstərmək olar.

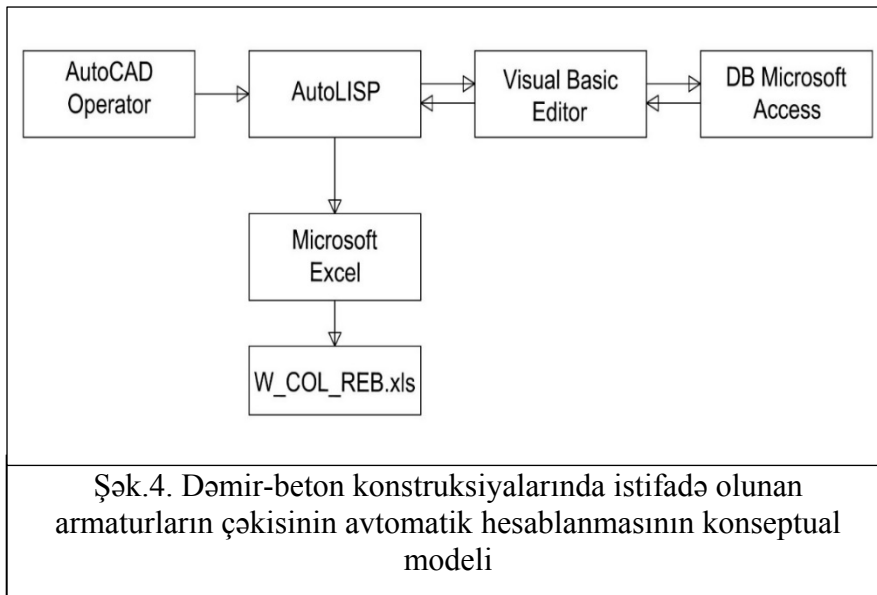
Layihə-smeta hesabatı tikinti işlərinin icrasından əvvəl əlaqədar təşkilat tərəfindən təsdiq olunmalıdır. Bu sənəd layihənin birinci çıxış sənədi sayıla bilər. Layihə-smeta hesabatı tikilidə istifadə olunacaq armaturun ümumi miqdarını göstərir. Burada armaturun diametri, uzunluqları və s. məlumatlar əhəmiyyətli sayılmır və öz əksini tapmır.

Bu baxımdan armaturların çəkisinin avtomatik hesablanması, səhvlərin və zaman sərfinin minimallaşdırılması ilə yanaşı olaraq onların dəqiqliyinin artırılmasına da xidmət edir.

Beləliklə, armaturların layihələndirilməsi ilə yanaşı, onların çəkisinin də avtomatik hesablanması qoyulmuş məsələnin əhəmiyyətini artırır.

II fəslin əsas nəticələri olaraq aşağıdakıları göstərmək olar:

1. dəmir-beton konstruksiyalarında istifadə olunan armaturların çəkisinin avtomatik hesablanmasının konseptual modeli yaradılmışdır (şək.4);



2. armaturların çəkisinin avtomatik hesablanması modulunun çertyojların avtomatikleşdirilməsi üçün yaradılmış proqram təminatına inteqrasiya qaydaları işlənmişdir;
3. armaturların çəkisinin avtomatik hesablanması üçün uyğun proqram modulu yaradılmışdır.

Üçüncü fəsildə armaturların layihələndirilməsi zamanı alınan tullantının minimallaşdırılmasının optimal həlli məsələləri tədqiq olunmuşdur. Müxtəlif uzunluqlu armaturların bir ölçülü biçmə məsələsinin həlli üçün riyazi modelin və onun həlli üsullarının tədqiqinə və işlənməsinə baxılmışdır.

Dəmir-beton konstruksiyalı tikililərdə digər ilkin hazırlıq işləri görüldükdən sonra armaturlar kəsilib montaj olunmalıdır. Bu zaman vacib məsələlərdən biri də armaturların optimal kəsilməsidir. Əksər hallarda tikinti sahəsində kəsilmədən alınacaq tullantı nəzərə alınmadan armaturlar tələsik, səriştəsiz kəsilir. Bu da son nəticə olaraq tullantıların yaranmasına, itkiyə gətirib çıxarır.

Armaturların rasionallıq kəsilməklə sərf olunması vacib məsələlərdən biri hesab oluna bilər. Bu cəhətdən armaturların kəsilməsi üçün optimal variantın seçilməsi zərər məhsulun (tullantının) minimuma endirilməsinə səbəb ola bilər. Bu baxımdan, armaturların təklif olunan optimal həllə uyğun kəsilməsi böyük iqtisadi səmərə verir.

Məlum olduğu kimi, dəmir-beton konstruksiyaların hazırlanması zamanı tələb olunan armaturların uzunluqlarından və sayından asılı olaraq sifariş tərtib olunur. Sifariş anbarda olan müxtəlif uzunluğa malik armaturların kəsilməsi ilə yerinə yetirilir.

İstehsalatın tələbindən asılı olaraq mühəndislərin qarşısında aşağıdakı kimi suallar durur:

armaturları qalıqsız kəsmək olarmı?

olmazsa, tullantıları minimallaşdırmaq mümkündürmü?

yaxud kəsilməyə göndərilən armaturların sayını necə minimallaşdırmaq olar və s.

Bu tip sualları cavablandırmaq üçün müxtəlif optimallaşdırma məsələləri qoymaq olar. Dissertasiyada ayrıca götürülmüş misalın

nümunəsində armaturların kəsilməsi zamanı alınan tullantının minimallaşdırılması məsələsinə baxılmışdır. Belə məsələlər elmi ədəbiyyatda biçmə məsələsi adlandırılır.

Optimallıq kriteriyası olaraq tullantıların minimallaşdırılması tələbatı ilə yanaşı digər meyarları araşdıraq. Aşağıdakı məsələlərə baxaq:

1. Anbarda olan armaturları elə kəsmək lazımdır ki, sifariş təmin olunsun və kəsilmədən yaranan qalıqların ümumi uzunluğu minimal olsun;
2. Anbarda olan armaturları elə kəsmək lazımdır ki, sifariş təmin olunsun və bu zaman anbarda olan uzunluğu kiçik olan armaturlar ilkin olaraq istifadə olunsun;
3. Anbarda olan armaturları elə kəsmək lazımdır ki, sifariş təmin olunsun və kəsilmədən yaranan tullantıların ümumi uzunluğu minimal olsun.

Tutaq ki, anbarda verilmiş diametrlə n müxtəlif uzunluqlu armaturlar var. Müxtəlif uzunluqlu armaturları $(i = 1, \dots, n)$ olmaqla nömrələyək. i -ci armaturun miqdarını (sayını) və uzunluğunu uyğun olaraq a_{i1} və a_{i2} ilə işarə edək. Ümumiliyi pozmadan həmişə hesab etmək olar ki, a_{i2} qiymətləri i -yə görə artan sıra ilə düzülmüşdür.

Həmçinin, fərz edək ki, həmin diametrə malik m müxtəlif uzunluqlu armaturlar sifariş olunur. Sifarişə aid olan müxtəlif uzunluqları $(r = 1, \dots, m)$ olmaqla nömrələyək. r -ci uzunluq üzrə tələb olunan armaturların sayını və uzunluqlarını uyğun olaraq s_{r1} və s_{r2} ilə işarə edək.

Bundan başqa, məlumdur ki, hər bir i üçün a_{i2} uzunluqlu armaturun sifarişə daxil olan s_{r2} ($r = 1, \dots, m$) uzunluqlu armaturlar üzrə müxtəlif kəsmə (biçmə) variantları var. Belə ki, hər bir i üçün a_{i2} uzunluqlu armaturu l_i müxtəlif variantda kəsmək olur: i -ci nomenklatura armaturun bir vahidinin k -cı ($k = 1, \dots, l_i$) variantla kəsildikdə yaranan s_{r2} uzunluqlu parçalarının miqdarını b_{irk} ilə işarə edəcəyik.

Verilən i -ci armaturun k -cı variantla kəsilməyə yönəldilən miqdarını x_{ik} ilə işarə edək. Onda r -ci sifarişin təmin olunması şərti aşağıdakı kimi yazılır:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^{l_i} b_{irk} x_{ik} = s_{r1}, \quad (1)$$

burada ($r = 1, \dots, m$). Məsələnin mahiyyətindən aydındır ki, $x_{ik} \geq 0$ tam ədədlər olmalıdır.

Müxtəlif variantlarda kəsmə zamanı sifarişə daxil olan uzunluqlardan fərqli başqa uzunluqlu armatur hissələri də alınə bilər. Bu kimi sifarişə aid olmayan hissələrin uzunluğu müəyyən həddən kiçik olduqda onlar tullantı hesab olunur, həmin həddən böyük olub gələcəkdə istifadə oluna biləcək uzunluğa malik isə qalıq kimi anbara qaytarılır.

i -ci armaturun k -cı variantla kəsilməsindən alınan qalıq armaturun uzunluğunu q_{ik} ilə işarə edək. Asanlıqla görmək olar ki, q_{ik} aşağıdakı kimi hesablanır:

$$q_{ik} = a_{i2} - \sum_{r=1}^m b_{irk} s_{r2}, \quad i = 1, \dots, n; \quad k = 1, \dots, l_i \quad (2)$$

q_{ik} qəbul olunmuş müəyyən q_0 həddindən kiçik olarsa onlar tullantı hesab olunur. i -ci armaturun k -cı variantla kəsilməsindən sonra alınan tullantının uzunluğunu t_{ik} ilə işarə edək. Aydındır ki, t_{ik} -nin hesablanma düsturu formal olaraq aşağıdakı şəkildə yazıla bilər:

$$t_{ik} = \begin{cases} q_{ik}; & q_{ik} \leq q_0 \text{ olarsa,} \\ 0; & q_{ik} > q_0 \text{ olarsa} \end{cases} \quad (3)$$

Göründüyü kimi, tullantını təsvir edən t_{ik} münasibəti qeyri-xətti funksiyadır. Yuxarıda qeyd edilmiş kəsmə qaydalarını elə

dəyişmək olar ki, qalıq verilmiş q_0 -dan böyük olduqda 0-a bərabər hesab edilsin. Qeyd etmək lazımdır ki, bu halda qalıqla sifarişə uyğun hissələrin cəmi istehsalata göndərilən armaturun uzunluğundan fərqli ola bilər. Bununla belə, belə təyin olunmuş qalıq bir tərəfdən xətti funksiyadır, digər tərəfdən (3) münasibəti ilə təyin olunmuş tullantını təsvir edir.

Yuxarıda deyildiyi kimi istehsal prosesinin rəasional təşkil olunması üçün müxtəlif tələblər irəli sürülür. Bu tələblərdən asılı olaraq biçməyə yönəldilən armaturların üzərinə qoyulan şərtləri formula edək.

Anbarda olan armaturları elə kəsmək lazımdır ki, sifariş təmin olunsun və kəsilmədən yaranan qalıqların ümumi uzunluğu minimal olsun:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^{l_i} q_{ik} x_{ik} \rightarrow \min \square \quad (4)$$

Anbarda olan armaturları elə kəsmək lazımdır ki, sifariş təmin olunsun və bu zaman anbarda olan uzunluğu kiçik olan armaturlar ilkin olaraq istifadə olunsun.

$$\sum_{i=1}^n a_{i2}^{\beta} \sum_{k=1}^{l_i} x_{ik} \rightarrow \min \square \quad (5)$$

$$\beta \geq 1 \quad (6)$$

Burada $\beta \geq 1$ sabit ədəddir, a_{i2}^{β} çəki əmsalları istehsalata ilk növbədə kiçik uzunluqlu armaturların göndərilməsini şərtləndirir.

Anbarda olan armaturları elə kəsmək lazımdır ki, sifariş təmin olunsun və kəsilmədən yaranan tullantıların ümumi uzunluğu minimal olsun:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^{l_i} t_{ik} x_{ik} \rightarrow \min \square \quad (7)$$

Hər bir biçmə variantına yönəlmiş armaturların miqdarı mənfi olmayan tam ədədlər olmalıdır, yəni:

$$x_{ik} \geq 0, (i = \overline{1, n}; k = \overline{1, l_i}) \text{ tam ədədlərdir.} \quad (8)$$

Beləliklə, qalıqların minimallaşdırılması məsələsi (1), (2), (4), (8) məsələsinə, uzunluğu kiçik olan armaturların prioritetli sərf olunması məsələsi (1), (5), (6), (8) və tullantıların minimallaşdırılması məsələsi (1), (3), (7), (8) məsələsinə gəlir.

Riyazi baxımdan yuxarıda qoyulmuş hər bir məsələ tam qiymətli xətti proqramlaşdırma məsələsidir və məlum paketlərdən istifadə etməklə asanlıqla həll olunurlar.

Beləliklə, III fəslin əsas nəticələri olaraq aşağıdakıları göstərmək olar:

4. biçmə məsələsində istehsalata ilkin olaraq uzunluğu daha kiçik olan armaturların yönəldilməsi məsələsinin riyazi modeli yaradılmışdır;
5. tullantını təsvir edən funksiya qeyri-xətti olmasına baxmayaraq tullantının minimallaşdırılması məsələsi xətti modelə gətirilmişdir;
6. qoyulmuş məsələnin həlli üçün uyğun proqram modulu işlənmişdir.

ƏSAS NƏTİCƏLƏR

Beləliklə, dissertasiya işində aşağıdakı nəticələr alınmışdır:

1. dəmir-beton konstruksiyalarında işçi çertyojların çəkilməsinin avtomatlaşdırılmasının konseptual modeli yaradılmış və çertyojların Eurocode standartına uyğun çəkilməsi üçün alqoritm işlənmişdir;

2. dəmir-beton konstruksiyaların elementlərinin parametrləri müəyyənləşdirilmiş, ona uyğun verilənlər bazasının strukturu yaradılmış və işçi çertyojların avtomatik çəkilməsi üçün uyğun proqram modulu hazırlanmışdır;
3. dəmir-beton konstruksiyalarında istifadə olunan armaturların çəkisinin avtomatik hesablanması üçün konseptual model yaradılmış, bu modelin çertyojların avtomatlaşdırılması üçün yaradılmış proqram təminatına inteqrasiya qaydaları işlənmişdir;
4. biçmə məsələsində istehsalata ilkin olaraq uzunluğu daha kiçik olan armaturların yönəldilməsi məsələsinin riyazi modeli yaradılmışdır;
5. tullantını təsvir edən funksiya qeyri-xətti olmasına baxmayaraq tullantının minimallaşdırılması məsələsi xətti modelə gətirilmişdir.

Dissertasiya işinin əsas nəticələri aşağıdakı elmi işlərdə öz əksini tapmışdır:

- 1) Səbzizyev E.N., Əmiraslanova Z.N., Ağayeva X.H., Həsənova S.Ə. Avtomatlaşdırılmış milli əmlak sisteminin yaradılması // Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyasının xəbərləri, Fizika-Texnika və Riyaziyyat Elmləri Seriyası, 2001, XXI cild, № 3, s.84-87.
- 2) Əmiraslanova Z.N. Dəmir-beton konstruksiyalarında armaturların layihələndirilməsinin avtomatlaşdırılması // Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyasının xəbərləri, Fizika-Texnika və Riyaziyyat Elmləri Seriyası, 2008, XXVIII cild, №6, s.138-142.
- 3) Əmiraslanova Z.N. Avtomatlaşdırılmış layihələndirilən dəmir-beton konstruksiyalarda armaturların çəkisinin hesablanması // Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyasının xəbərləri, Fizika-Texnika və Riyaziyyat Elmləri Seriyası, 2011, XXXI cild, № 3, s.164-168.
- 4) Zarbaf Amiraslanova. Automation of Working Drawings and Calculation of Reinforcement Weight in Concrete Structures // The 4th International Conference "Problems of Cybernetics and

- Informatics". Vol. 1, Intellectual Technology and Systems, September 12-14, 2012, Baku: Azerbaijan, pp.200-203.
- 5) Амирасланова З.Н. Автоматизация формирования чертежей арматуры железобетонных конструкций // Журнал "Информационные Технологии". Прикладные информационные технологии. 2014, №8, с.70-74.
 - 6) Амирасланова З.Н. Дизайн арматур железобетонных конструкций и минимизация полученных отходов // Евразийский Союз Ученых. VIII Международная Научно-Практическая Конференция "Современные концепции научных исследований". 28-29 ноября 2014, Часть 8, с.12-16.
 - 7) Əmiraslanova Z.N. Dəmir-beton konstruksiyalarda armaturların kəsilməsi zamanı alınan tullantının minimallaşdırılması // Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyasının xəbərləri, Fizika-Texnika və Riyaziyyat Elmləri Seriyası, 2014, XXXIV cild, №6, s.116-123.
 - 8) Z.N.Əmiraslanova, Ə.B.Paşayev, E.N.Səbzliyev. Dəmir-beton konstruksiyalarının armaturlarının optimal kəsilməsi məsələsi // Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyasının xəbərləri, Fizika-Texnika və Riyaziyyat Elmləri Seriyası, 2016, XXXVI cild, № 6, s.75-79.

Müəllifin müştərək müəlliflərlə yerinə yetirilən işlərdə şəxsi rolu:

- [1] verilənlər bazasının strukturunun yaradılması, proqram modullarından bəzilərinin işlənməsi;
- [8] işində parametrlərin işlənməsi, proqram təminatının işlənməsi və misala tətbiqi.

ЗАРБАФ НУСРАТ кызы АМИРАСЛАНОВА
ОПТИМИЗАЦИЯ РАСХОДА МЕТАЛЛА В
ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЯХ
РЕЗЮМЕ

Диссертационная работа посвящена автоматизация проектирования арматур железобетонных конструкций, вычисление веса арматур в автоматически проектированных железобетонных конструкциях и минимизация полученных отходов.

В первой главе рассматриваются вопросы автоматизации проектирование арматур железобетонных конструкций в строительном секторе. Разрабатывается алгоритм эффективного решения задачи с использованием базы данных.

Во второй главе рассматриваются вопросы автоматического вычисления веса арматур в железобетонных конструкциях. С этой целью, на основании информации данной в задании, наряду с составлением рабочих чертежей в AutoCAD-e, создается файл в Microsoft Excel формате. На основе этого файла вычисляется диаметр, количество, длина использованной арматуры и общий вес арматур соответствующий каждому диаметру.

В третьей главе рассматриваются вопросы минимизации потребления металла и оптимального раскроя арматур железобетонных конструкций. Были смоделированы условия обеспечения заказа на обрезки арматур используемых для этой цели. На основе этих условий была поставлена задача о минимизации отходов полученных в процессе обрезки и изучены оптимальные варианты раскроя. Выбран метод решения и описан алгоритм ее реализации. Задача сводится к частичному целочисленному программированию.

В заключении приводятся основные результаты, полученные в диссертации. В приложении приводятся разработанный пакет прикладных программ на основе предложенных алгоритмов.

**OPTIMIZATION OF THE EXPENDITURE OF METAL FOR
REINFORCED CONCRETE STRUCTURES**

SUMMARY

The dissertation work is devoted to the automation of the design of armatures, calculation of weight of armature in automatically projected reinforced concrete structures and issues of minimizing the consumption of metal in reinforced concrete structures.

The dissertation work is consists of an introduction, three chapters, conclusion, references and appendix.

The first chapter is considered the designing of armatures in reinforced concrete structures through automation in building sector. A database is used in order to find an effective decision of a problem.

The second chapter is considered to automatic calculation of weight of the armatures in ferro-concrete constructions. With that end in view, on the basis of the information given in the task along with drawing up of working drawings in the AutoCAD system, the file of Microsoft Excel structure is created. On the basis of this file diameter, quantity, length of the used armature and gross weight of armatures corresponding to everyone diameter is calculated.

The third chapter is considered to minimizing the consumption of metal and the problem of optimal rebar cutting for reinforced concrete structures. Conditions ensuring order cutting valves used for this purpose have been modeled. On the basis of these conditions, the task was posed about minimizing waste produced in the process of cutting. And optimal alternatives for cutting were studied. Solution method is selected and the algorithm of its realization is described. The task is reduced to a partial integer programming.

In conclusion are given the main results in dissertation. The application is developed by the software package based on the proposed algorithms.

Sifariş 525. Tiraj 100.
İnformasiya materiallarının hazırlanması sahəsi
AMEA İdarəetmə Sistemləri İnstitutu
Bakı şəh., F.Ağayev küç., 9

НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНА
ИНСТИТУТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

На правах рукописи

ЗАРБАФ НУСРАТ кызы АМИРАСЛАНОВА

**ОПТИМИЗАЦИЯ РАСХОДА МЕТАЛЛА В
ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЯХ**

1203.01 – Компьютерные науки

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

диссертации на соискание ученой степени
доктора философии по техническим наукам

Баку - 2017

24