

**AZƏRBAYCAN TEXNİKİ UNIVERSİTETİ**

*Əlyazması hüququnda*

***FAİQ FAZİL OĞLU MƏMMƏDOV***

**RESURSLARA QƏNAƏTLİ TEXNOLOGİYALAR ƏSASINDA  
ÇUQUN TÖKÜKLƏR ÜÇÜN VAHİD QƏLİB QARIŞIQLARI  
VƏ ÖRTÜKLƏRİN İŞLƏNMƏSİ**

**3312.01-Materiallar texnologiyası**

**Texnika üzrə fəlsəfə doktoru elmi dərəcəsi almaq üçün  
dissertasiyanın**

**A V T O R E F E R A T I**

**BAKI- 2016**

Dissertasiya işi Azərbaycan Texniki Universitetində yerinə yetirilmişdir.

Elmi rəhbər: texnika elmləri doktoru,  
professor **A.T.Məmmədov**

Rəsmi opponetlər: texnika elmləri doktoru,  
professor **H.D.Novruzov**  
  
texnika elmləri namizədi  
**Ə.Ə.Əzimov**

Aparıcı təşkilat: Azərbaycan Dövlət Dəniz Akademiyası  
(«Gəmiqayırma və energetik qurğular» kafedrası)

Dissertasiya işinin müdafiəsi 16 mart 2016-cı il tarixində saat 11<sup>00</sup>-da Azərbaycan Texniki Universitetinin nəzdində fəaliyyət göstərən D02.171 dissertasiya şurasının iclasında keçiriləcəkdir.

Ünvan: AZ1073, Bakı ş., H.Cavid prospekti, 25.

Dissertasiya ilə Azərbaycan Texniki Universitetinin kitabxanasında tanış olmaq olar.

Avtoreferat 25 yanvar 2016-cı il tarixində göndərilmişdir.

**Dissertasiya şurasının  
elmi katibi, t.e.n., dos.**

**Rzayev E.D.**

## İŞİN ÜMUMİ XARAKTERİSTİKASI

**Mövzunun aktuallığı.** Tökmə istehsalatı maşınqayırmanın əsas tədarük bazasıdır. Tökmə ilə alınan pəstahların əksəriyyətinə mexaniki emaldan sonra məişətdə, maşınqayırmada, atom sənayesində, energetikada və s. rast gəlmək olar. Töküklərin təxminən 70%-i birdəfəlik qum-gil qəliblərdə istehsal olunur.

Tökük pəstahlarının keyfiyyəti nəinki keyfiyyətli əridilmiş metaldan, tökmə sisteminin elementlərinin seçilməsindən və hesabatından, eyni zamanda qəlibin hazırlanmasının keyfiyyətindən asılıdır. Əksər hallarda birdəfəlik tökmə qəlibi odadavamlı doldurucudan, əlaqəyaradıcıdan və texnoloji əlavələrdən ibarət olur. Qəlib materiallarının keyfiyyəti onların fiziki-kimyəvi və texnoloji xassələrinin mükəmməl seçimini və analizini tələb edir. Eyni zamanda töküyün həndəsi dəqiqliyi və səthinin təmizliyi qəlibin ləpərinin keyfiyyətindən asılıdır. Ona isə ciddi şəkildə qəlib qarışığının komponentlərinin model tərtibatı materialı ilə qarşılıqlı əlaqəsi təsir göstərir.

Bu məsələ töküklərin alınma texnologiyasının təkmilləşdirilməsi, yəni qəlib qarışığı resepturlarının işlənməsi, yeni texnoloji əlavələrin və köməkçi materialların seçilməsi ilə həll oluna bilər.

Qum-gil qəlib hazırlandıqda model tərtibatının materialı və qəlib qarışığının komponentləri arasında aktiv qarşılıqlı əlaqə baş verir. Qəlib qarışığının model tərtibatının səthinə yapışması o zaman baş verir ki, bu halda qarışığın model və içlik qutusu ilə yapışma qüvvəsi (adjeziya qüvvəsi) onun ayrı-ayrı hissəciklər arasındakı ilişmə qüvvəsindən üstün olur. Bu zaman qum dənələrinin və qarışığın digər komponentlərinin hissəciklərinin qopması, qum-gil qəlibin səth qatının yumşalması və dağılması baş verir.

Qəlib qarışığının tərtibata yapışması əsasən aşağıdakılardan - nəmin miqdarından, adjezion və kogeziyon xassələrə təsir edən əlaqəyaradıcının və texnoloji əlavələrin təbiətindən, qəlib qarışığının tyərkibinə daxil olan qum dənələrinin qranulometrik tərkibindən, modelin konfigurasiyasından və kələ -kötürlüyündən, istifadə olunan ayrı-ayrı örtüyün tipindən, qəlibin sıxlaşdırılma üsulundan asılıdır.

Qəlib qarışığının komponentlərinin model tərtibatı ilə adjezion qarşılıqlı əlaqəsi müxtəlif şəkildə baş verə bilər. Bu prosesi idarə etmək üçün adjezion kontakt pozulduqda yaranan qüvvələri və kontakta girən

materialların xarakterilərini təyin etmək, qarşılıqlı əlaqədə olan materialların, modellərin konfigurasiyasının və kələ-kötürlüyün yapışmaya təsirini müəyyənləşdirmək lazımdır.

Odur ki, qəlib qarışıqının model tərtibatının materialı ilə adgezion qarşılıqlı əlaqəsinin aşağı salınması hesabına keyfiyyətli qum-gil qəlibin alınması aktual problemdir. Bunun üçün resursa qənaət edən materiallardan istifadə etməklə yeni ayrıcı örtüklərin və qum-gil qarışıqlarının tərkiblərinin işlənməsi vacib məsələdir.

**İşin məqsədi** resursa qənaət edən materiallardan istifadə etməklə qəlib qarışıqının model-texnoloji tərtibatla adgezion qarşılıqlı əlaqəsinin aşağı salınması ilə qüsursuz qum-gil qəliblərin və töküklərin alınmasıdır.

**Qarşıya qoyulan məqsədə çatmaq üçün aşağıdakı məsələlər həll olunmalıdır:**

1. Qarışıqın tərtibata yapışmasını qiymətləndirmək üçün adgeziya qüvvələrini və əlaqəyaradıcının modelin materialı ilə qarşılıqlı təsirini nəzərə alan kompleks metodika işlənməlidir;

2. Neft-kimya istehsalatının tullantılarından ayrıcı örtük və qum-gil qarışıqları tərkibləri üçün defisit olmayan komponentlər seçmək lazımdır;

3. Təklif olunan əlavələrin ayrıcı örtüklərin və qum-gil qəlib qarışıqlarının xassələrinə təsiri öyrənilməlidir;

4. Keyfiyyətli tökmə qəlibləri hazırlamaq üçün model tərtibatının səthinə aşağı adgeziya qabiliyyətli qum-gil qarışıqların tərkibləri işlənməlidir;

5. İşlənmiş qəliblərin və ayrıcı örtüklərin tərkiblərin sənaye sınaqları aparılmalıdır.

**Alınmış nəticələrin dürüstlüyü** müasir cihazların, ölçmə vəsitələrinin qurğuların və ləvazimatların istifadəsilə aparılmış eksperimental tədqiqatlarla təsdiqlənir.

**Elmi yenilik.** Qəlib-qarışıqlarının model-texnoloji tərtibatla qarşılıqlı əlaqəsinə və onların resepturalarını müəyyən etməyə imkan verən nəzəri model işlənməmişdir.

Tökmə istehsalında geniş istifadə olunan qum-gil qəlib qarışıqlarının model-texnoloji tərtibatın materialına yapışmasına təsir edən əsas amillər müəyyən edilmişdir.

Qəlib qarışıqlarının komponentlərinin və tərkiblərinin model-texnoloji tərtibatın səthi ilə qarşılıqlı əlaqəsinin kompleks qiymətləndirilməsinin dəqiqləşdirilmiş metodikası işlənmişdir.

Seriyalı və kütləvi istehsala malik olan çuqun tökmə sexləri üçün vahid qəlib qarışıqlarının və ayrı-ayrı örtüklərin yeni tərkibləri işlənmişdir.

**İşin praktiki əhəmiyyəti.** Model-texnoloji tərtibatla qəlib qarışığının adgezion əlaqəsini zəiflətmək və yanib-yapışmanı ləğv etmək üçün yeni tərkiblər və texnoloji rejimlər işlənmişdir. Detal üzərinə işlənmiş xüsusi tərkibli örtüyün çəkilməsi nəticəsində səthin hidartlaşması və modelin səthində nazik və bərabər qatın formalaşması səbəbindən polad tərtibatla əlaqədə olan gil əsaslı suspenziyaların adgeziya işi  $87,84 \text{ mC/m}^2$ -a qədər (7-14%) aşağı düşür. Bu, qum-gil qatışıqla polad tərtibat arasındakı adgezion möhkəmlik həddini 30%-dək azaldır. Nəticədə səthi kifayət qədər təmiz töküklərin alınması təmin olunur.

**İşin aprobeşiyası.** Dissertasiya işinin əsas müddəaları aşağıdakı konfrans və seminarlarda müzakirə olunmuş və bəyənilmişdir:

1. Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyasının 70 illik yubleyinə həsr olunmuş doktorantların və gənc tədqiqatçıların XIX Respublika elmi konfransı, Azərbaycan Dövlət İqtisad Universiteti, 7-8 aprel 2015-ci il, Bakı ş.

2. Ümummillə Lider Heydər Əliyevin anadan olmasının 92-ci ildönümünə həsr olunmuş “Dəniz nəqliyyatında innovativ texnologiyalar” adlı X beynəlxalq elmi-texniki konfrans, Bakı ş., 6-7 may, 2015-ci il.

3. AzTU-nun “Tökmə və qaynaq istehsalı” kafedrasının elmi seminarları, 2014-15-ci illər.

**İşin dərci.** Dissertasiya işinin əsas məzmunu 10 əsərdə çap olunmuşdur.

**İşin strukturu və həcmi.** Dissertasiya işi girişdən, beş fəsildən, ümumi nəticələrdən, istifadə olunmuş ədəbiyyat siyahısından və qoşmalardan ibarətdir. Dissertasiya 189 səhifə komputer mətnindən, 67 şəkilədən, 22 cədvəldən, 143 adda ədəbiyyat mənbələrindən və qoşmadan ibarətdir.

İş AzTU-nun “Tökmə və qaynaq istehsalı” kafedrasında yerinə yetirilmişdir.

## İŞİN MƏZMUNU

**Girişdə** dissertasiya işinin mövzusunun aktuallığı, məsələnin qoyuluşu və onun yerinə yetirilmə yolları təhlil olunmuşdur. Müasir maşınqayırmada istifadə olunan tökük pəstahların alınma texnologiyasının təkmilləşdirilməsi, məhsuldaprılığın yüksəldilməsi, səthin təmizliyinin yaxşılaşdırılması və zərərli tullantıların tökmə istehsalatında azaldılması məqsədilə töküklər üçün vahid qəlib qarışıqları və örtüklərin işlənmə vacibliyi vurğulanmışdır.

**İşin birinci fəslində** tökmə istehsalında birdəfəlik tökmə qəliblərinin keyfiyyətinə təsir edən mühüm amillər təhlil olunmuşdur. Bu amillər içərisində qəlib qarışıqlarında adgeziya və kogeziya əlaqələri, mayenin adgeziyası və isladılma, qəlib qarışığının model-texnoloji tərtibata yapışması və onların qarşılıqlı əlaqəsi, qarışdırmanın, sıxlaşdırmanın, qarışığın möhkəmliyinin, onun nəmliyinin yapışmaya təsiri, modelin materialının qarışığın yapışmasına təsiri, qəlib qarışığının model tərtibatı ilə qarşılıqlı adgezion əlaqəsinin azaldılma üsulları, o cümlədən qəlib tozları (quru ayırıcı örtüklər), birdəfəlik maye ayırıcı örtüklər, yarımdayı ayırıcı örtüklər kimi məsələlərə baxılmışdır.

Müəyyən edilmişdir ki, mövcud metodikalar “qəlib qarışığı-model texnoloji tərtibatının materialı” kontakt cütünün qarşılıqlı əlaqə şəraitinin tədqiqinə və yapışmanın kompleks qiymətləndirilməsinə imkan vermir.

Hazırda modelin materialının və ayırıcı örtüyün keyfiyyətinin, verilən texnoloji proses üçün qəlib qarışıqlarının xassələrinin və tərkibinin dəyişməsinə nəzərə alan kompleks tədbirlər yoxdur.

Müasir zamanda istifadə olunan mövcud ayırıcı tərkiblər qeyri sabitliyi ilə fərqlənir, yanğına və ekoloji təhlükəsizliyə qarşı tələblərə cavab vermir (ağ neft, mazut, ağ neft+KO+gümüşü qrafit) və ya yüksək maya dəyərə malik olmaqla yanaşı az tapılındır.

Aparılan ədəbiyyat icmalı birdəfəlik ayırıcı örtükləri təsnif etməyə imkan verir. Onlar birdəfəlik (tozvari ovuntular, maye ayırıcı örtüklər) və yarımdayı örtüklərə bölünür. Eyni zamanda maye ayırıcı örtüklər əsas komponentin tutumuna görə ağ neftli, yağlı və sulu örtüklərə bölünürlər.

Məhz bu kontekstdən yanaşdıqda birdəfəlik tökmə qəlibləri üçün qarışıqların və ayırıcı örtüklərin qənaətedici texnologiyalarının işlənməsinin akituallığı vacib əhəmiyyət kəsb edir.

**İkinci fəsildə** birdəfəlik tökmə qəlibləri üçün odadavamlı doldurucunun və model – texnoloji tərtibatın səhətlərinə maye əlaqəyaradıcıların adgeziya işlərinin və kənar islatma bucaqlarının təyin olunma metodikası işlənmiş, P.A.Rebinderin üsulu ilə səthi gərilmə qabarcığı qopartma üsulu ilə müəyyən edilmiş, qəlib qarışıqının model – texnoloji tərtibata yapışmasının təyini üçün metodika yaradılmış, qəlib qatışıqı hissəciklərinin sedimentasion analizinin metodikası verilmişdir. Eyni zamanda bu fəsildə ayırıcı örtüklərin dinamik özlülüyünü təyin etmək üçün metodika, xromato–mass–spektrometrik tədqiqatlar üsulu, differensial – termiki və termoqravimetrik analiz, qəlib qarışıqının səthinin kələ - kötürlüyünün təyini metodikası şərh olunmuşdur.

Aparılan təhlil göstərir ki, yapışmanın qiymətləndirilməsinin üsulları və metodları ya keyfiyyətli analiz etməyə imkan verir və ya modelin materialının qəlib qarışıqı ilə qarşılıqlı əlaqəsi xarici sürtünmə əmsalları üzrə müəyyən edilir.

Qum-gil qarışıqlar üçün texnoloji əlavələrin və birdəfəlik ayırıcı örtüklərin fiziki-kimyəvi və texnoloji xassələrinin tədqiqi üçün metodları seçilməlidir.

Qəlib qarışıqının modelin materialının səthi ilə qarşılıqlı əlaqəsinin fiziki-mexaniki xassələrinin uzanmış damcı metodu ilə müəyyən edilməsi üçün qurğu modernləşdirilmişdir.

Yarımqəlibdən model dartılıb çıxarıldıqda şaquli divarlarla adgezion kontaktin möhkəmlik həddini, adgeziyanın yaranmasının fiziki-kimyəvi amillərini birlikdə qiymətləndirməyə imkan verən kompleks metodika işlənilib və yapışmanın tədqiqi üçün tərtibat hazırlanıb. Eyni zamanda işlənmiş metodika standart xarakteristikalarla yanaşı, qəlib qarışıqlarının kogeziyon möhkəmliyini də qiymətləndirə bilər.

Beləliklə, ikinci fəsildə məlum olan metodikalarla yanaşı tədqiqatların tam aparılması üçün yeni metodikaların yaradılması və bəzi metodikaların modernləşdirilməsi həyata keçirilmişdir.

**Üçüncü fəsildə** nəm qum-gil qarışıqlarının model – texnoloji tərtibata yapışmasını şərtləndirən şəraitlər müəyyən edilmişdir. Bu məqsədlə nəm qum-gil qarışıqlarının və kogeziya qüvvələrinin təsirini nəzərə alan möhkəmlik hədlərinin təxmini hesabı aparılmış və uyğun analitik ifadələr alınmışdır. Statik dartılmada doldurucunun yapışdırılmış kütləsinin dağılma və modelin materialına

əlaqəyaradıcının təbəqəsinin yapışmamasının şərtləri müəyyən edilmişdir.

Modelin materialına əlaqəyaradıcının təbəqəsinin yapışmama şərtləri aşağıdakı kimi ifadə olunur.

1.Modelin materialı ilə toxunan qarışıqın qatında, digər qatlarda olduğu kimi, qablaşdırma yumşaqdır və koordinasiya ədədi  $K=6$  olan odadavamlı doldurucunun dənələrinin qablaşdırma dərəcəsinə uyğundur.

2.Modelin materialı ilə toxunan qarışıqın qatında, digər qatlarda olduğu kimi, qablaşdırma sıxdır və koordinasiya ədədi  $K=12$  olan odadavamlı doldurucunun dənələrinin qablaşdırılma dərəcəsinə uyğundur.

Birinci hal üçün yapışmanın olmasının şərtlərini əlaq.Yuxarıda deyilənləri nəzərə alaraq analitik ifadəni aşağıdakı kimi yazmaq olar:

$$\sigma_{qar6} = \pi \left\{ 0,5\sigma_{adg} + \sigma_{kog} \left[ \frac{\delta}{d} \left( 1 + \frac{\delta}{d} \right) - 2 \left( \frac{1}{2} + \frac{\delta}{d} \right)^2 \left( \frac{\varphi}{180} - \frac{\sin \varphi}{\pi} \right) \right] \right\} \quad (1)$$

Modelin səthinə toxunan qarışıqın qatında isə

$$\sigma_{qar12}^{mod} = 1,15\pi \left[ 0,5(\sigma_{adg} - \sigma_{adg}^{mod}) + \sigma_{kog}(x - 3y) \right], \quad (2)$$

burada  $\sigma_{qar12}^{mod}$  – model ilə kontaktda olan qatda möhkəmlik həddi;

$\sigma_{qar12}$  – digər qatlarda möhkəmlik həddi;

$$\frac{\sigma_{qar12}}{\sigma_{qar12}^{mod}} = a \text{ işarə etsək, onda } \sigma_{qar12} = a \cdot \sigma_{qar12}^{mod} \text{ olur.}$$

Yapışma sahəsini müəyyən etmək üçün axırını tənliyi dəyişdirək:

$$\begin{aligned} 1,15 \left[ 0,5\sigma_{adg} + \sigma_{kog}(x - 3y) \right] &= 1,15 \cdot a \cdot \pi \left[ 0,5(\sigma_{adg} - \sigma_{adg}^{mod}) + \sigma_{kog}(x - 3y) \right] \\ 0,5\sigma_{adg} + \sigma_{kog}(x - 3y) &= 0,5 \cdot a \cdot \sigma_{adg} - 0,5 \cdot a \cdot \sigma_{adg}^{mod} + a \cdot \sigma_{kog}(x - 3y) \\ 0,5a \cdot \sigma_{adg}^{mod} &= 0,5 \cdot a \cdot \sigma_{adg} + a \cdot \sigma_{kog}(x - 3y) - 0,5\sigma_{adg} - \sigma_{kog}(x - 3y) \\ 0,5a \cdot \sigma_{adg}^{mod} &= 0,5 \cdot a \cdot \sigma_{adg} + a \cdot \sigma_{kog}(x - 3y) - 0,5\sigma_{adg} - \sigma_{kog}(x - 3y) \\ \sigma_{adg}^{mod} &= \sigma_{adg} + 2 \cdot \sigma_{kog}(x - 3y) - \frac{\sigma_{adg}}{a} - \frac{2 \cdot \sigma_{kog}(x - 3y)}{a} \end{aligned}$$



$$\begin{aligned}\sigma_{adg}^{\text{mod}} &= 1 + \frac{2 \cdot \sigma_{adg}(x-3y)}{\sigma_{adg}} - \frac{1}{a} + \frac{2 \cdot \sigma_{kog}(x-3y)}{a \cdot \sigma_{adg}} \\ \frac{\sigma_{adg}^{\text{mod}}}{\sigma_{adg}} &= \frac{a-1}{a} + \frac{2\sigma_{kog}}{\sigma_{adg}} \left[ (x-3y) - \frac{(x-3y)}{a} \right] \\ \frac{\sigma_{adg}^{\text{mod}}}{\sigma_{adg}} &= \frac{a-1}{a} + \frac{2\sigma_{kog}}{\sigma_{adg}} \cdot \frac{a-1}{a} (x-3y)\end{aligned}\quad (3)$$

$\frac{\sigma_{adg}}{\sigma_{adg}} \geq 1$  olduqda əlaqəyaradıcının nazik təbəqəsi modelə yapışacaq. Yapışmanın olmaması üçün şərtləri tapaq. Görünür ki, yapışmama aşağıdakı şərtlərdə olamyacaq:

$$\frac{\sigma_{adg}^{\text{mod}}}{\sigma_{adg}} < 1 \text{ (a)} \quad \vee \quad \frac{\sigma_{adg}^{\text{mod}}}{\sigma_{kog}} < 1 \text{ (b)}$$

Birinci yapışmama şərtinə baxaq  $\left(\frac{\sigma_{adg}^{\text{mod}}}{\sigma} < 1\right)$ . (3) düsturundan görünür ki:

$$\frac{a-1}{a} \left[ 1 + \frac{2\sigma_{kog}}{\sigma_{adg}}(x-3y) \right] < 1 \quad \left( \frac{\sigma_{adg}}{\sigma_{kog}} \right) > 0.$$

Dəyişmələrdən sonra alırıq:

$$\frac{\sigma_{adg}}{\sigma_{kog}} > 2(a-1)(x-3y) \quad (4)$$

(3) tənliyindən istifadə edərək yapışmamanın ikinci şərtini dəyişək:

$$\frac{\sigma_{adg}^{\text{mod}}}{\sigma_{adg}} = \frac{\sigma_{adg}}{\sigma_{kog}} + 2(x-3y) - \frac{2(x-3y)}{a} < 1 \quad (5)$$

$$\frac{\sigma_{adg}}{\sigma_{kog}} < \frac{a}{a-1} - 2(x-3y) \quad (6)$$

Beləliklə, yapışmama şərtləri aşağıdakı tənliklə təsvir edilir:

$$\frac{\sigma_{adg}}{\sigma_{kog}} < \frac{a}{a-1} - 2(x-3y)$$

$$\frac{\sigma_{adg}}{\sigma_{kog}} > 2(a-1)(x-3y) \quad (7)$$

Yapışmama sahəsi aşağıdakı tənliklərdə təsvir edilən əyirlər arasında yerləşəcək:

$$\frac{\sigma_{adg}}{\sigma_{kog}} = \frac{a}{a-1} - 2(x-3y) \quad (A)$$

$$\frac{\sigma_{adg}}{\sigma_{kog}} = 2(a-1)(x-3y) \quad (B)$$

$a=1,2$  olduqda yapışmama sahəsi aşağıdakı tənliklə təsvir edilir:

$$\frac{\sigma_{adg}}{\sigma_{kog}} < 6 - 2x + 6y \quad \vee \quad \frac{\sigma_{adg}}{\sigma_{kog}} > 0,4x - 1,2y$$

$a=1,5$  olduqda:

$$\frac{\sigma_{adg}}{\sigma_{kog}} < 3 - 2x + 6y$$

$$\frac{\sigma_{adg}}{\sigma_{kog}} > x - 3y$$

$a=2$  olduqda:

$$\frac{\sigma_{adg}}{\sigma_{kog}} < 2 - 2x + 6y$$

$$\frac{\sigma_{adg}}{\sigma_{kog}} > 2x - 6y$$

$a=2,6$  olduqda:

$$\frac{\sigma_{adg}}{\sigma_{kog}} < 1,625 - 2x + 6y$$

$$\frac{\sigma_{adg}}{\sigma_{kog}} > 3,2x - 9,6y$$

$a=4$  olduqda:

$$\frac{\sigma_{adg}}{\sigma_{kog}} < 1,33 - 2x + 6y,$$

$a=3$  olduqda:

$$\frac{\sigma_{adg}}{\sigma_{kog}} < 1,5 - 2x + 6y$$

$$\frac{\sigma_{adg}}{\sigma_{kog}} > 4x - 12y$$

$$\frac{\sigma_{adg}}{\sigma_{kog}} > 6x - 18y$$

Beləliklə, qəlib qarışıqının modelin səthinə yapışmama sahəsi həm əlaqəyaradıcının nazik təbəqəsinin odadavamlı doldurucusunun dənələrinin diametrinə olan nisbətindən  $\frac{\delta}{d}$ , həm də dənələrin qablaşdırılma dərəcəsiindən asılıdır.

Belə qablaşdırmada ( $k=6$ ) yapışmama yalnız modelin səthinə adgezion qüvvələr kiçik olduqda ( $a=1,2$ ) mümkündür.

”a” əmsalı ( $a = \frac{\sigma_{qar6}}{\sigma_{qar6}^{mod}}, a = \frac{\sigma_{qar12}}{\sigma_{qar12}^{mod}}$ ) modelin materialından və

əlaqəyaradı-cının ona olan adgezion qüvvələrinin kəmiyyətindən asılıdır. Qum-gil qarışıqlar üçün (kütlə %-lə: 80-90 kvars qumu, 5-12 gil, 5-8 su)  $K=6$  olduqda  $\frac{\delta}{d}$ -nin kəmiyyətləri yapışmama sahəsinə

düşməyirlər,  $K=12$  olduqda isə  $\frac{\delta}{d}$ -nin kəmiyyətləri bütün yapışmama sahələrinə düşür. İstisna modelin materialına yüksək adgeziya olduğu ( $a>4$ ) hala təsadüf edir.

Yuxarıda baxılan hallara uyğun olaraq təcrübədə yapışmanın aşağı salınmasına aşağıdakı yollarla nail oluna bilər.

-dənələrinin qablaşdırılma dərəcəsinin artırılması ilə qəlib qarışığının möhkəmliyinin artırılması;

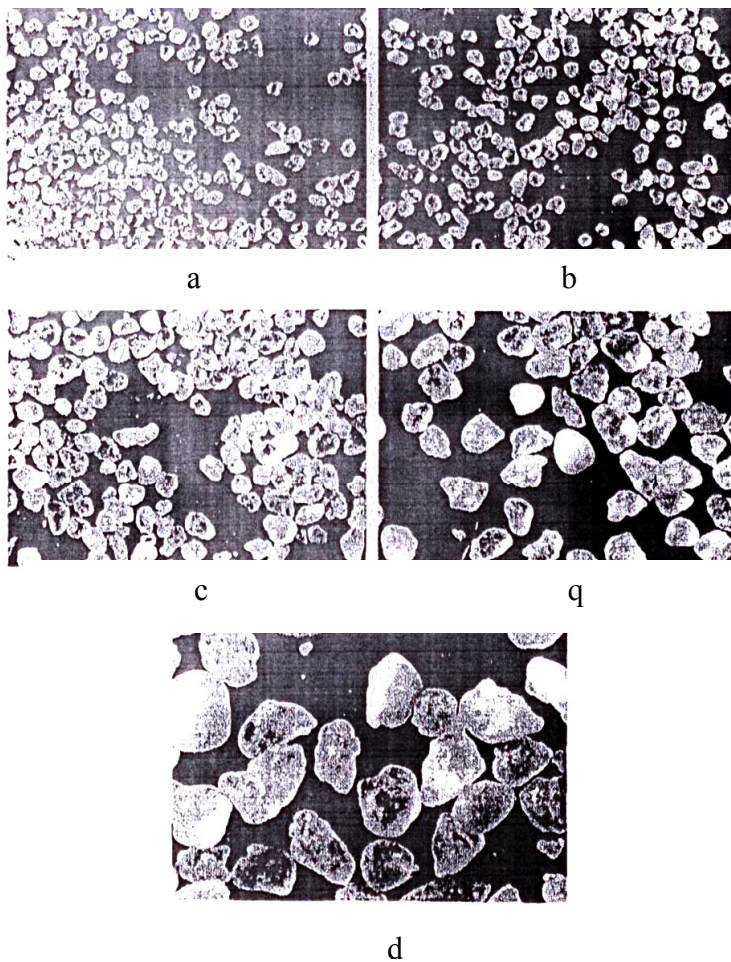
-qarışığın tərkibinə daxil etdirilən möhkəmləndirici əlavələrdən istifadə etməklə;

-modelin materialının seçilməsi və ya qəlibləmədən əvvəl modelin səthinə çəkilən ayırıcı örtüklərdən istifadə etməklə ona təsir edən adgeziya qüvvəsinin  $\sigma_{adg}^{mod}$  azaldılması ilə.

**Dördüncü fəsilə** qum-gil qarışığının və onun komponentlərinin model – texnoloji tərtibatının və kvars qumunun səthinə adgeziyasının tədqiqi həyata keçirilmişdir. Bunun üçün qum – gil qarışıqlarının komponentlərinin və onların dənə tərkibinin model tərtibatına olan adgeziyasına, polad model tərtibatının səthinin kələ - kötrülülüyünün qəlib qatışıqlarının adgezion möhkəmlik həddinə təsiri öyrənilmiş, qum – gil qarışığının yapışmasının azaldılması üçün ayırıcı örtüyün tərkibi işlənmişdir. Odadavamlı doldurucunun və polad tərtibatın qum – gil qarışığının komponentlərinin adgeziyasına ayırıcı örtüyün təsiri, model tərtibatı ilə özünə qum-gil qarışığın adgezion möhkəmliyinin həddinə ayırıcı örtüyün təsiri tədqiq olunmuşdur.

Qum – gil qarışığının dənə tərkibinin model-texnoloji tərtibata adgeziyasının möhkəmlik həddinə təsirinin tədqiqi göstərmişdir ki, ölçüləri 0,16÷0,19, 0,2–0,314 və 0,315–0,399 mm olan kvars qumlarının dənələri yarımdairə formasına malikdir. Daha iri fraksiyalı kvars qumları (0,4-0,62mm və 0,63 – 0,99mm) yarımbucaqlı

formalıdır. Belə forma qum-gil qəlib qarışıqlarının möhkəmlik göstəricilərinin yüksəlməsinə gətirir (şəkil 1).



Şəkil 4.6. Kvars qumunun fraksiyaları  
a) -0,16-0,19mm; b)-0,2-0,314mm; c) -0,315-0,399mm;  
q)-0,4-0,62mm; d)-0,63-0,99mm (x10)

Cədvəl 1-in təhlili göstərir ki, odadavamlı doldurucunun fraksiyasını artırıdıda qum-gil qarışıqların möhkəmliyi yüksəlir.

Cədvəl 1. Qum-gil qarışıqlarının tərkibləri və xassələri

Qarışığın tərkibi	Qarışığın nomrəsi				
	1	2	3	4	5
	Komponentin miqdarı, kütlə %-lə				
Kvars qumu (fraksiya,mm)	86 (0,16-0,19)	86 (0,2-0,314)	86 (0,315-0,399)	86 (0,4-0,62)	86 (0,63-0,99)
П1Т <sub>2</sub> bentonit gili	8				
Ağac kəpəyi N180	1,7				
Texniki su	4,3				
Cəmi	100				

Qarışığın xassələri

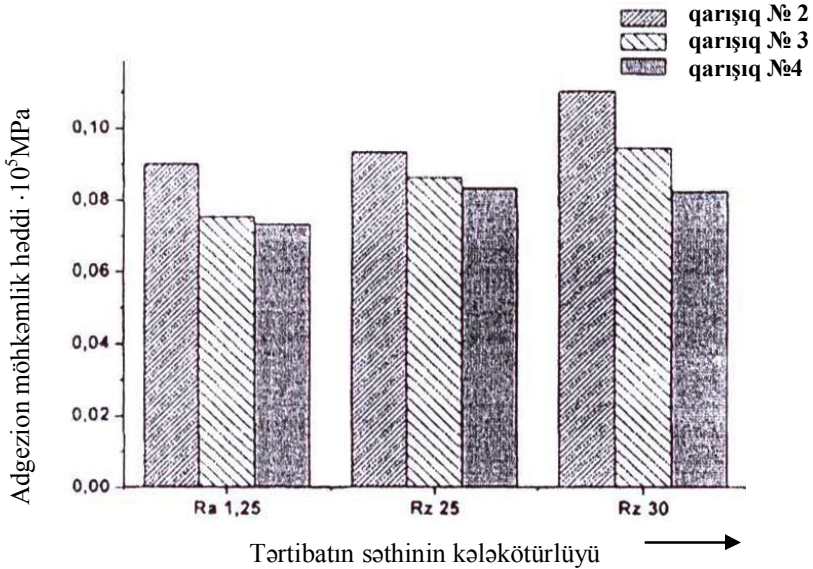
Nəmlik,%	4	4	4	4	4
Qazkeçiricilik, vahid	69,3	136,2	148,3	295	497
Nəm halda sıxılmada möhkəmlük həddi,MPa	0,074	0,085	0,09	0,099	0,113
Nəm halda dartılmada möhkəmlük həddi, MPa 10 <sup>-3</sup>	8,8	12,43	13,5	13,97	15,33
Orlovun metodu üzrə axıcılıq,%	60,74	58,16	54	53,85	48,52

Polad model tərtibatının səthinin kələ-kötürlüyünün adgezion möhkəmliyinin həddinə təsiri cədvəl 2-də və şəkil 2-də göstərilib. Aparılmış təhlil göstərir ki, qranulometrik tərkib adgezion kontaktın həddinə ciddi təsir göstərir.

Cədvəl 2. Adgezion möhkəmliyinin həddi (nəmlik 4%)

Gilizin №-si	Gilizin səthinin kələkötürlüyü, mkm	Adgezion möhkəmliyin həddi $\cdot 10^5$ Pa		
		Qarışıq N2 fraksiya (0,16-0,19)mm	Qarışıq N3 fraksiya (0,2-0,314)mm	Qarışıq N4 fraksiya (0,315-0,399)mm
1	Rz 1,25	0,09	0,075	0,073
2	Rz 6,3	0,093	0,086	0,083
3	Rz 9	0,11	0,094	0,082

Qəlib qarışıqlarının yapışmasının yaranması bilavasitə adgeziyin substratlarla qarşılıqlı əlaqəsindən asılıdır. Müəyyən edilmişdir ki, "uzanan damcı" üsulu ilə təyin edilmiş gil suspenziyasının adgeziya işi polad altlıq üçün (polad 25Л)  $106,36-110,48 \text{ mC/m}^2$ -dir, bu, (АЛ9) alüminium ( $91,32-96,28 \text{ mC/m}^2$ ) və (БрО5Ц5С5) mis ( $86,15-92,81 \text{ mC/m}^2$ ) altlıqlarından çoxdur. Bu hadisə polad tərtibatın yapışmaya meyilliyinin daha yüksək olmasına sübutdur.



Şəkil 2. Silindrik nümunə çıxarıldıqda qəlib qarışığının qranulometrik tərkibinin və modelin səthinin kələkötürlüyünün adgezion möhkəmlik həddinə təsiri

Polad model tərtibata olan qarışıqın adgezion möhkəmlik həddi ( $0,1075 \cdot 10^5 \text{Pa}$ - $0,673 \cdot 10^5 \text{Pa}$ ) təşkil edir. Bu isə qum-gil qəlib qarışığının hissəciklərinin polad model tərtibatına güclü yapışmasının olmasını təsdiq edir.

Tərkibində dialkidiyofosfor turşusu əlavə olunmuş işlənmiş transformator yağı olan ayrıcı örtük minimal səthi gərilməyə ( $56,76 \text{mC/m}^2$ ) malikdir və polad tərtibatın səthinin hidrofibtləşməsi və modelin səthində nazik bərabər qatın formalaşması gil suspenziyasının adgeziya işini 7-14% aşağı salır.

İşlənmiş yağlar əsasında ayrıcı örtük qum-gil qarışığının polad tərtibatına adgezion möhkəmlik həddini 30%-dək aşağı salır. Buna örtüyün qatı üzrə kogezion dağılması və qarışıqın maye komponentlərinin tərtibata aşağı adgeziyası ilə nail olunur.

**Beşinci fəsil**də keyfiyyətli tökmə qəlibinin alınması üçün qum – gil qəlib qarışığının tərkibində üzvi mineral texnoloji əlavəkdən istifadə məsələsi tədqiq olunmuşdur. İlk öncə bu əlavəliyin materialının seçilməsi, onun tərkibinin müəyyənləşdirilməsi və strukturunun tədqiqi həyata keçirilmişdir. Neft məhsullarının süzülməsində yaranan kek əlavəlik kimi qəlib qarışığının tərkibində istifadə oluna bilər. Sonrakı mərhələdə qum-gil qarışıqların xassələrinə kekin təsiri tədqiq olunub. Üzlük qəlib qarışıqlarına kekin əlavə edilməsi nəticəsində model-texnoloji tərtibata qarışıqların yapışması ciddi şəkildə dəyişir. Bu məqsədlə qarışıqlara 1,4 küt.% üzvi əlavəlik – kek qatılır. Qarışıqların tərkibləri və xassələri cədvəl 3-5-də verilib.

Cədvəl 3. Üzlük qarışıqlarının tərkibləri

İnqredientlər	Qarışıqların tutumu, kütlə %lə				
	1	2	3	4	5
Kvars qumu $3\text{K}_2\text{O}_2\text{O}_3$	86,65	86,65	86,65	86,65	86,65
Odadavamlı gil П1Т2	7,65	7,65	7,65	7,65	7,65
Iynəyarpaq ağacın kəpəyi, 1-ci növ	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7
Kek	-	0,5	1,0	1,5	2,0
KO	1,4	-	-	-	-
Su	4	4	4	4	4

Cədvəl 4. Eksperimental qarışıqların tərkibləri

Qarışığın №-si	Komponentlərin miqdarı, kütlə %				
	0,315-0,399 mm fraksiyalı kvars qumu	Bentonit gili П1Т2	Ağac kəpəyi	Su	Qatqılar
1	86	8	1,7	4,3	-
2	86	8	1,7	4,3	KO-1,4
3	86	8	1,7	4,3	Kek-1,5

Cədvəl 5. Eksperimental qarışıqların xassələri

Qarışığın №-si	Sıxılmada möhkəmlik həddi, $\sigma_{sıx}$ , MPa	Nəm halda dartılmada möhkəmlik həddi $\sigma_{kog}$ , $\times 10^{-3}$ , MPa	Nəmlik, %	Qazkeçiricilik vahid	Axıcılıq, %
1	0,890	13,50	4	148,3	54,80
2	0,072	10,16	4	87,0	60,74
3	0,102	15,86	4	129,0	67,30

Cədvəl 4 və 5-i təhlil etdikdə görünür ki, tərkibində kvars qumu, bentonit gili və ağac kəpəyi olan 1N-li qarışıq yüksək qazkeçiriciliyi, aşağı axıcılığı və kifayət qədər yüksək möhkəmliyi ilə fərqlənir. Belə yüksək möhkəmlik xassələri qarışığın tərkibində bir fraksiyalı kvars qumun və kefiyyətli bentonit gilinin olması ilə izah oluna bilər.

Yağlı turşuların distillə edilməsində yaranan kub qalıqları qarışığın tərkibinə verildikdə möhkəmlik göstəricisinin 0,072 MPa-a qədər və qazkeçiriciliyinin 87 vahidə qədər aşağı düşməsi baş verir. Bu qatqının üzvi hissəsinin odadavamlı doldurucunun dənələrinin səthləri üzrə paylanması ilə izah oluna bilər. Belə paylanma qarışığın axıcılığının 60,74%-ə qədər yüksəlməsinə gətirir. Qarışığın tərkibinə 1,5% kek qatıldıqda onun möhkəmlik göstəricilərinin ( $\sigma_{sıx}=0,102$ MPa,  $\sigma_{kog}=15,86 \cdot 10^{-3}$ MPa) yüksəlməsi baş verir. Bunu əvvəllər aparılmış tədqiqatlarda qeyd edildiyi kimi və gil qatında qatqının dispers



hissəciklərinin paylanması hesabına qum dənələri arasında kontakt sahəsinin böyüməsi təsdiq edir.

Qarışıqın möhkəmliyinin yüksəlməsi onun axıcılığını 67,30%-dək yüksəldir. Sonrakı mərhələdə modeli qəlib qarışıqından çıxarılmaya üsulu ilə qarışıqın polad modelə yapışmasının tədqiqatları aparılmışdır.

İstehsalat tullantısı olan kekin tərkibi öyrənilmişdir. O boz rəngli, hissəciklərinin ölçüləri  $7,33 \cdot 10^{-7}$  m olan ovuntudur, tərkibində 59-63% (kütlə) mineral (alümosilikatlar) və 37-41% (kütlə) üzvi fazalar vardır, karbon birləşmələrinin böyük çıxışına malikdir (1q-a 0,168 q-atom).

$2Al^{3+}$  ion mübadiləsi və gilli əlaqəyaradıcının su ilə  $OH^-$  komplekslərinin yaranma və odadavamlı doldurucunun hissəcikləri arasında manjetlərin böyüməsi hesabına kekin dispers mineral hissəsi qarışıqın möhkəmlik xassələrini yüksəldir. Qarışıqın möhkəmliyinin yüksəlməsi onun model tərtibatının materialına adgeziya qüvvələrini qatqısız qarışıqla müqayisədə 42,5% aşağı salır.

Kekin tərkibində üzvi fazanın mövcudluğu qəlib qarışıqının axıcılığının 20-25% yüksəlməsini təmin edir, bu isə öz növbəsində tökmə qəlibinin daha yüksək keyfiyyətli ləpirinin alınmasına imkan verir.

Qum-gil qarışıqlarının tərkibinə orqanominal qatqının əlavə olunması tökmə sexinin işçi zonasının atmosferinin pisləşməsinə gətirmir, həm də qəlib qarışıqlarının yanib-yapışma yaratma və qaz mənşəli qüsurlar əmələ gətirməyə meyilliyini aşağı salır.

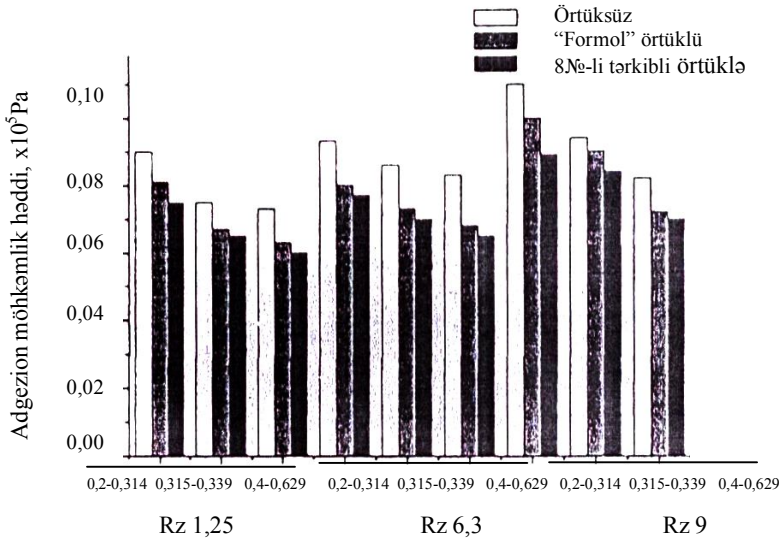
Aparılan tədqiqatlar istehsalat tullantısı - kekin keyfiyyətli töküklərin alınmasında istifadə olunması üçün geniş imkanlar açır, bu da öz növbəsində istehsalat tullantılarının utilləşdirilməsinə imkan verir.

Sonrakı mərhələdə qum-gil qarışıq tərkibinə əlavə edilən qatqıların və polad tərtibatın səthinin kələ-kötürlüyünün adgezion möhkəmlik həddinə təsiri öyrənilmişdir. Sınaqda alınan nəticələr cədvəl 6-da və şəkil 3-də verilib.

Məlum olmuşdur ki, model tərtibatının kələ-kötürlüyü nə qədər böyük olarsa, o qədər də adgezion möhkəmlik yüksək olur. Qarışıqın tərkibində üzvi qatqı KO istifadə olunduqda qarışıq tərtibatın adgezion möhkəmlik həddinə mənfi təsir edir. Beləliklə, qeyd etmək olar ki, üzvi və üzvi mineral qatqıların istifadə olunması qəlib qatışıqlarının yapışmasını aşağı salır, ayrıcı örtüklərin çəkilməsi isə əlavə olaraq adgezion kontaktın möhkəmlik həddini aşağı salır.

Cədvəl 6. Müxtəlif kələ-kötürlüklü polad model tərtibatının səthinə qum-gil qarışıqlarının adgeziyasının möhkəmlik həddi

Model tərtibat-giliz		Qəlib qarışığı		Adgezion möhkəmlik həddi, $\times 10^5 \text{Pa}$		
Gilizin Nsi	Səthin kələ-kötürlüyü, mkm	Cədvəl 4-dəki №-si	Qatqının miqdarı	Örtüksüz	“Formol” örtüyü	8№-li örtük
1	Rz 1,25	1	Qatqısız	0,075	0,067	0,065
		2	Ko 1,4% (kütlə)	0,037	0,029	0,026
		3	Kek 1,5 % (kütlə)	0,039	0,037	0,037
2	Rz 6,3	1	Əlavəsiz	0,086	0,073	0,070
		2	Ko 1,4 % (kütlə)	0,058	0,056	0,056
		3	Kek 1,5 % (kütlə)	0,073	0,070	0,070
3	Rz 9	1	Qatqısız	0,094	0,090	0,084
		2	Ko 1,4 % (kütlə)	0,064	0,063	0,063
		3	Kek 1,5 % (kütlə)	0,079	0,077	0,076



Şəkil 3. Silindrik nümunə çıxarıldıqda adgezion möhkəmlik həddinə qəlib qarışığının tərkibinin, modelin səthinin kələ-kötürlüyünün və istifadə olunan ayırıcı örtüyün tipinin təsiri

## ÜMUMİ NƏTİCƏLƏR

1. Model-texnoloji tərtibatının materialına qum-gil qarışığının yapışmasının kompleks qiymətləndirmə metodikası işlənmişdir. Yapışma öz növbəsində qarışığın komponentlərinin fiziki-kimyəvi qarşılıqlı əlaqəsini (adgeziya işini) və qarışığın tərtibatın materialına olan kontaktının adgezion möhkəmliyinin həddini müəyyən edir.

2. Müəyyən edilmişdir ki, gil suspenziyasının polad altlığa olan adgeziya işi  $106,36-110,48 \text{ mC/m}^2$  təşkil edir və alüminium AL9 ( $91,32-96,28 \text{ mC/m}^2$ ) və tunc  $\text{BrO5LI5C5}$  ( $85,61-92,8 \text{ mC/m}^2$ ) altlıqların adgeziya işinə nisbətən böyükdür. Qum-gil qəlib qarışığının polad model tərtibatına olan adgezion möhkəmlik həddi maksimaldır və  $0,1075 \cdot 10^5 \text{ Pa} - 0,0673 \cdot 10^5 \text{ Pa}$  təşkil edir.

3. Dialkilditofosfor turşusu əlavə olunmuş işlənmiş transformator yağından ibarət olan ayrıcı örtüyün tərkibi işlənmişdir. Bu tərkib minimal səthi gərilməyə  $-56,76 \text{ mC/m}^2$  malikdir və səthin hidrofoblaşdırılması və modelin səthində nazik bərabər qatın formalaşdırılması səbəbindən gil suspenziyaların polad tərtibata olan adgeziya işini  $87,84 \text{ mC/m}^2$ -qədər (7-14%) aşağı salır. Örtük qum-gil qarışığının polad tərtibatına olan adgezion möhkəmlik həddini 30%-dək aşağı salır. Buna onun qatı üzrə kogeziyon dağılması və tərtibatın səthinə qarışığın komponentlərinin daha aşağı kogeziya işi ilə nail olunur.

4. İstehsalat tullantısı olan kekin tərkibi öyrənilmişdir. O hissəciklərinin ölçüləri  $0,7 \text{ mkm}$  və tərkibi 59-63% (kütlə) mineral hissədən (alumisilikat) və 37-41 üzvi fazadan ibarət olan, güclü karbon yaratmaya ( $0,168 \text{ q-atom lq-ma}$ ) malik boz rəngli ovuntudur.

5.  $\text{Al}^{3+}$  ion mübadiləsinin və gilli əlaqəyaradıcının sulu məhlulunun  $\text{OH}^-$  ionları ilə komplekslərinin yaranması səbəbindən kekin mineral hissəsi suyun əlavə olaraq birləşdirilməsinə və qarışığın möhkəmliyinin yüksəldilməsinə gətirir. Kekin tərkibində üzvi fazanın mövcudluğu qəlib qarışığının axıcılığının 20-25% yüksəlməsini təmin edir.

6. Kekin disepers istehsalat tullantısından qatqı kimi istifadə edərək resursa qənaət edən qum-gil qarışığının hazırlanma texnologiyası işlənmişdir. Kekin qatılması qəlib qarışığının model-texnoloji tərtibatının materialına olan adgezion möhkəmlik həddini  $0,050 \cdot 10^5 \text{ Pa}$  qədər aşağı salır, bu isə qatqısı olmayan baza qarışığa nisbətən 42,5% azdır.

**Dissertasiya işinin əsas məzmunu aşağıdakı işlərdə şərh olunmuşdur:**

1. Мамедов А.Т., Мамедов Ф.Ф., Поладов Н.Г. Условия прилипаемости слоя формовочной смеси с моделью литейной формы// Наукові ВІСТІ Су часті проблеми металургії Дніпропетровськ, 2015, с.27-39.
2. Мəммədov А.Т., Мəммədov F.F. Adgeziya və kogeziya qüvvələrini nəzərə almaqla nəm qum-gil qarışıqlarının möhkəmlik həddinin qiymətləndirilməsi//Maşınşünaslıq, 2014, №2, s.48-51.
3. Мəммədov F.F. Qum-gil qarışığının modellə adgezion yarışmasına ayrıcı örtüyün təsiri//AzTU-nun elmi əsərləri (Texnika elmləri), 2015, №1, s.85-89.
4. Мəммədov F.F., Poladov N.Q. Qum-gil tökmə qəlibinin qarışığının dənə tərkibinin model-texnoloji tərtibatına adgeziyasının möhkəmlik həddinin qiymətinə təsiri// Azərbaycan aviasiya akademiyasının elmi məcmuələri, 2015, sild 17, №1, s.65-68.
5. Мəммədov F.F. Qəlib qarışığının təşkilədicilərinin səth gərilməsinin və model-texnoloji tərtibata yarışmasının təyini//AzTU-nun elmi əsərləri (Texnika elmləri), 2014, №4, s.38-42.
6. Мəммədov F.F. Tökmə qəlibləri üçün nəm qumm-gil qarışıqlarının möhkəmlik həddinin hesabı//ADDA-nın elmi əsərləri, 2015, №1, s.9-11.
7. Poladov N.Q., Мəммədov F.F. Qum-gil qarışığı komponentlərin doldurucu və model tərtibatının səthlərinə adgeziyasına ayrıcı örtüyün təsiri//AzTU, Maşınşünaslıq, 2015, №1, s.59-64.
8. Мəммədov A.Т., Poladov N.Q., məmmədov F.F. Qum-gil qarışığı tərkibinə əlavə edilən qatqıların və polad tərtibatının səthinin kələ-kötürlüyünün adgezion möhkəmlik həddinə təsiri//Sumqayıt Dövlət Universitetinin elmi xəbərləri, 2015, №3, s.82-86.
9. Мəммədov F.F., Poladov N.Q. Birdəfəlik tökmə qəlibinin qarışıqlarının komponentlərinin model tərtibatına adgezion təsiri/AMİU-nun elmi əsərləri, 2014, №2, s.43-47.

10. Məmmədov F.F. Birdəfəlik tökmə qəlibinin hazırlanmasında model tərtibatının kələkötürlüyünün qarışıq-model cütünün adgezion möhkəmliyinə təsiri//Ümummilli Lider Heydər Əliyevin anadan olmasının 92-ci ildönümünə həsr olunmuş «Dəniz nəqliyyatında innovativ texnologiyalar» X Beynəlxalq elmi-texniki konfrans, Bakı 6-7 may, 2015-ci il, s.31-33.

**Həmmüəlliflərlə dərc olunmuş işlərdə müəllifin şəxsi iştirakı:**

[3,5,6,10] - müəllif tərəfindən müstəqil yerinə yetirilmişdir.

[1,2,4,7,8,9] - müəlliflər tərəfindən müştərək yerinə yetirilib.



**Mammadov F.F.**

**Develop common molding compounds and coatings  
iron castings based on the resource-saving technologies**

**SUMMARY**

The thesis is devoted to the production of defect-free sand-clay molds and castings respectively by reducing the adhesion interaction molding sand and model-tooling. Thus the main emphasis is the development of molding compounds and separation by applying coatings of industrial waste.

The thesis consists of an introduction, five chapters, general conclusions, bibliography and appendices.

In the introduction the actuality of the topic, shows the purpose of work and set the tasks of research.

The first section of the literature review carried out of the problem. The analysis of the important factors affecting the quality of single molds for metal castings. On this proved the importance of developing resource-saving technologies for the production of molding compounds and coatings on the borders separating the contact-form modeling equipment.

In the second section the technique opredeleniya work of adhesion of the liquid binder to the surfaces of heat-resistant fillers and model-single tooling molds.

In the third section defines the conditions for the application of wet sand and clay mixtures to model-tooling. The analytical description of these conditions, depending on the coordination number of grains of refractory filler.

The fourth section provides a study of adhesion of sand and clay mixture and its components to the surfaces of the model-tooling and quartz sand.

In the fifth section of the study investigated the problem as part of molding compounds orgomineralnoy additives for high-quality mold. Besides dividing coating compositions designed to reduce the adhesion of the moldable mixture to the surface of model rigging.

**Азербайджанский Технический Университет**

*На правах рукописи*

**Мамедов Фаик Фазиль оглы**

**РАЗРАБОТКА ЕДИНЫХ ФОРМОВОЧНЫХ СМЕСЕЙ И  
ПОКРЫТИЙ ДЛЯ ЧУГУННЫХ ОТЛИВОК НА ОСНОВЕ  
РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ**

**3312.01 – Технология материалов**

**АВТОРЕФЕРАТ**

**диссертации на соискание ученой степени  
доктор философии по технике**

**Баку - 2016**