

ӘОЖ 621.78.066.3

МЕТАЛЛ ТАЗАЛАУШЫ СҮЗГІЛЕРДІ МОДЕЛЬДЕУ АРҚЫЛЫ АРЫН ШЫҒЫНЫ МЕН АҒЫН МӨЛШЕРІНІҢ СИПАТЫН ЗЕРТТЕУ

М.М. Сүйіндіков, М.Ж. Тусупбекова, Ж.Ш. Шошай

С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік
университеті

В статье рассмотрены гидравлические характеристики фильтров для очистки металлических расплавов, результаты экспериментов по моделированию, математической обработке их. Показано, что при анализе результатов экспериментов установлена зависимость расхода от соотношения площадей фильтра и самого узкого сечения системы.

The article describes the hydraulic characteristics of filters for cleaning of metal melts, the results of experiments on modeling and their mathematical processing. The dependence of the flow on the ratio between the filter area and the most narrow section of the system is shown. It is set after the analysis of experimental results.

ПМУ дің металлургия кафедрасының зертханасында металл балқымаларын тазалауға арналған сүзгілердің гидравликалық сипаттамаларын анықтау мақсатында эксперименттер жүргізілді. Мұндағы тәжірибелер металдарды құю кезіндегі ағын бойында орын алатын үрдістерді гидромодель деп зерттеу теориясының осыған дейін қабылданған негізгі қағидаларын [1, 2] басшылыққа ала отырып жасалды.

Құю жүйесіндегі металл ағынын модельдеу үшін тек қана жалғыз Рейнольдс Re критерийін бақылап отырса жеткілікті болатыны, ал автотомельдік аймақта модель мен нағыз объектідегі ағынның Рейнольдс критерийлерінің тең болуы міндетті емес екені профессор Б.В. Рабиновичтің еңбектеріне [1] сүйеніп дәлелденді. Гидромодельдеу теориясын қарастыру нәтижесінде металл балқымаларының құю жүйесінде ағын модельдеу үшін нағыз объектінің өлшемдерін сол қалпында модельге көшіріп зерттеулер жүргізуге әбден болады.

Эксперименттердің әдістемесі авторлардың бұған дейінгі мақаласында

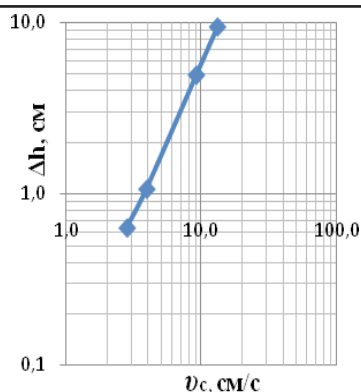
берілген болатын [3]. Сондағы үш түрлі диаметрі бар тесіктерден құралған сүзгілер сынақтан өткізілді. Үш сүзгінің сыртқы өлшемдері мен тесіктер саны және сол тесіктердің орналасу координатасы бірдей. Тек тесіктердің диаметрлері әр сүзгіде әртүрлі және бір сүзгі көлемінде бірдей етіп жасалған - 4, 3, 2 мм. Бұл тәжірибелердегі әдістеме ерекшелігі - осы жолы жалпы арын 350 мм-ге тең етіп алынып, тәжірибелер топтамасының аяғына дейін тұрақты түрде ұсталды.

Алынған нәтижелер математикалық жолмен өңделді. Алдымен ізделіп отырған аппроксимациялаушы сызықтың сипатын логарифмдеу арқылы табу керек болды. Теория бойынша сүзгіден өткен ағынның арын шығыны сүзгі алдындағы жылдамдықтың 1-ші дәрежесіне (ламинарлы сүзгілеуде), немесе 2-ші дәрежесіне (турбулентті сүзгілеу кезінде), не болмаса 1 мен 2 арасындағы дәрежесіне (өтпелі сипаттағы сүзгілеуде) пропорционалды болады. Жалпылай өрнектегенде $\Delta h = k\theta_c^n$ түрінде жазамыз. Осы өрнекті логарифм деп аламыз:

$$\lg \Delta h = n \lg \theta_c + \lg k$$

Құрылымы бойынша бұл өрнек сызықты теңдеу түріне $\tilde{y} = bx + c$ келеді.

Ендігі жерде ең аз квадраттар әдісін (метод наименьших квадратов) қолданып тәжірибедегі нүктелермен барынша үйлесімді болатын түзудің теңдеуіндегі коэффициенттер b мен c мәні анықталады. Мұндағы ең басты көрсеткіш n коэффициентінің мәні болып табылады. Себебі, n мәні бойынша жоғарыда айтып кеткендей ағын сипаты (ламинарлы, турбулентті яки өтпелі) анықталады. Осы өңдеулер компьютерлік бағдарламалар қолданып жүргізілді. Мысал ретінде тесіктерінің диаметрі 4 мм болған сүзгінің сынақтарының нәтижелерін өңдеу кезінде компьютерлік бағдарлама арқылы логарифмдік кестеге салынған графигі көрсетіліп отыр (1- сурет).



Сурет 1 – $\Delta h = f(v_c)$ тәуелділігінің логарифмдік осьтерге салынған графигі

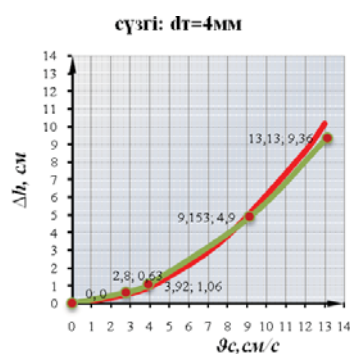
Өңдеулер нәтижесінде алынған үш сүзгінің коэффициенттерінің мәні келесідей болып табылды:

$$n_1 = 1,95 ; n_2 = 2,09 ; n_3 = 2,04.$$

Көріп тұрғанымыздай бұл коэффициенттер $n = 2$ мәнінен айтарлықтай алыс болмай шықты. Осыдан шыққан қорытынды - арын шығыны Δh сүзгілеу жылдамдығының v_c квадратына тура пропорционал деп алуға әбден лайық екен:

$$\Delta h = k v_c^2$$

Басқаша айтқанда, сүзгілеу кезіндегі ағын сипаты турбулентті аймақта жатады. Ендігі жерде v_c пен Δh мәндерін орнына қоя отырып k коэффициентінің мәнін анықтау еш қиындық тудырмайды. Тесіктерінің диаметрі 4 мм сүзгіні зерттеу тәжірибесіндегі осылай табылған аппроксимациялаушы парабола мен тәжірибедегі нүктелерді өзара қосатын сынық сызықты қисықтың өзара орналасуын 2 суреттен қарауға болады.



Сурет 2 – Тәжірибеден алынған нүктелер арқылы сызылған графиктер мен $\Delta h = k v_c^2$ тәуелділігі графиктері

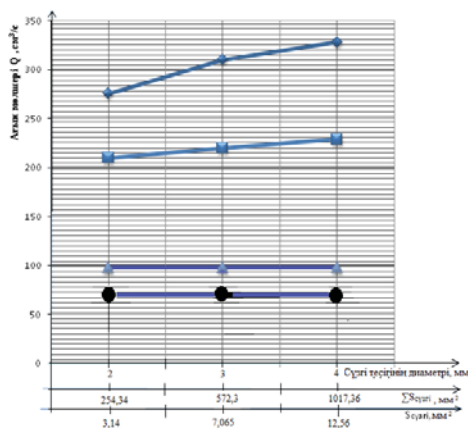
Келесі кезеңде сүзгілерден өтетін ағын мөлшерін салыстырып көруді мақсат етіп қойдық. Эксперимент нәтижелерін саралап қарасақ біраз сұрақтарға жауап алуға мүмкіндік бар екенін көреміз. Тәжірибелердегі қондырғының көлденең түтігін жауып тұрған ұштық құю жүйесіндегі қоректендіргіш қызметін атқарады деп қарастыруға болады. Сол ұштықтардың тесіктерінің аудандары:

$$S_{\text{ұштық}} = 167,33 \text{ мм}^2, \quad S_{\text{ұштық}} = 94,958 \text{ мм}^2, \quad S_{\text{ұштық}} = 38,46 \text{ мм}^2, \\ S_{\text{ұштық}} = 28,26 \text{ мм}^2.$$

Сүзгінің ағынға қараған бетінің ауданы $50 \times 50 = 2500 \text{ мм}^2$. Сүзгінің ағын өтетін бөлігінің ауданын табу үшін сүзгінің бір тесігінің ауданын сол тесіктердің санына N көбейтеміз. Мәндерін орнына қоя отырып және тесіктер саны $N=81$ екенін ескеріп $S_{\text{сүзгі}} = 254,34 \text{ мм}^2$, $S_{\text{сүзгі}} = 572,3 \text{ мм}^2$, $S_{\text{сүзгі}} = 1017,36 \text{ мм}^2$ деп анықтаймыз.

Осыдан кейін ұштықтардың ауданының $S_{\text{ұштық}}$ және сүзгінің өтімді бетінің ауданының $S_{\text{сүзгі}}$ қатынастарының $S_{\text{ұштық}} : S_{\text{сүзгі}}$ мәні анықталды.

Сонымен, біздің тәжірибелерде $S_{\text{ұштық}} : S_{\text{сүзгі}}$ қатынасы $d_{\text{ұштық}} = 6 \text{ мм}$ ұштық үшін 1:9 дан 1:36 ға дейін, $d_{\text{ұштық}} = 7 \text{ мм}$ ұштық үшін 1:6,6 дан 1:26,44 ке дейін, $d_{\text{ұштық}} = 11 \text{ мм}$ ұштық үшін 1:2,67 ден 1:10,7 ге дейін, ал $d_{\text{ұштық}} = 14,6 \text{ мм}$ ұштық үшін 1:1,5 тен 1:6 ға дейін өсетіні анықталды. Енді осы әрбір ұштықтың тесіктерін өзгертпей сол кезде сүзгі тесіктері өзгерген сайын құю жүйесіндегі ағын мөлшері қалай өзгередінін графикке салып көрсетейік:



Сурет 1 – Ағын мөлшерінің сүзгі тесіктерінің диаметрі мен ұштық тесіктеріне тәуелділігі графигі

Осы графиктен байқайтынымыз – төменгі екі сызық абсцисса осіне параллель орналасқан. Демек ұштық тесігінің диаметрі 6 және 7мм

болғанда сүзгі тесіктерінің диаметрі өзгеруі ағын мөлшеріне соншалықты әсерін тигізбей тұр. Бұдан аса маңызды тұжырым алуға болады. Мәселе сүзгі диаметрінің өлшемінде емес, $S_{\text{литник}} : S_{\text{сүзгі}}$ қатынасының шамасында болып тұрғанын көріп тұрмыз. $S_{\text{литник}} : S_{\text{сүзгі}}$ қатынасы 1:1 шамасынан алыстаған сайын, мысалы $d_{\text{ұштық}} = 6\text{мм}$ болғанда бұл қатынас 1:9 дан 1:36 ға дейін өскенде, сүзгінің кедергісі ағынға айтарлықтай өзгеріс әкелмейтіні анықталып отыр. Пайдаланылған әдебиетте дәл осындай тұжырымды кездестіруге болады [4]. Онда сүзгі қойылған құю жүйесі мен сүзгісі жоқ жүйені салыстыра тәжірибе жасай отырып, дроссельдің ауданы мен сүзгі бетінің ауданы екеуінің қатынасы 1:16 болғанда сүзгісі жоқ жүйемен бірдей ағын мөлшері алынатыны айтылады.

Құю жүйесін жобалағанда сүзгі ауданы сол жүйенің ең тар арнасының ауданынан мейлінше үлкен болған сайын ондағы ағын мөлшері құю мезгілінде соншалықты тұрақты бола түспек. Мұндай құю жүйесін қарастырғанда дәстүрлі есептеу әдістемесін қолданып сүзгісі жоқ жүйені есептегендей есептеуге болады. Дегенмен, бұл жерде сүзгіні тым үлкен етіп алуға бола бермейтінін есте ұстаған жөн. Себебі үлкейген сайын сүзгі қымбаттай түседі.

ӘДЕБИЕТТЕР

1. Рабинович Б.В. Введение в литейную гидравлику. - М.: Машиностроение, 1966, - 422 с.
2. Чистяков В.В. Методы подобия и размерностей в литейной гидравлике. - М.: Машиностроение, 1990. - 224 с.
3. Сүйіндіков М.М., Шошай Ж. Металл тазартуға арналған сүзгілерді модельдеу арқылы зерттеу. / «IX Сатпаев оқулары» атты жас ғалымдар, студенттер және оқушылардың халықаралық ғылыми конференциясының материалдары. Жас ғалымдар, 6 том, I-бөлім. - Павлодар: С. Торайғыров атындағы ПМУ, 2009. - 261 б.
4. Суюндиков М.М. Физическая и математическая модели процесса фильтрации металла в литниковой системе, конструкция и расчет для чугуновых отливок. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. - Москва, 1989. - 200 с.