



MODERN APPROACHES IN SCIENCE AND SCIENTIFIC RESEARCH

*International Scientific and Practical Conference Proceedings
December 10-11, 2025*

Moscow, Astana, Petropavlovsk, Tashkent, Osh, Eskisehir

M.V. Lomonosov Moscow State University (Russian Federation)
L.N. Gumilyov Eurasian National University (Republic of Kazakhstan)
M. Kozybayev North Kazakhstan University (Republic of Kazakhstan)
Mirzo Ulugbek National University of Uzbekistan (Republic of Uzbekistan)
Osh State University (Kyrgyz Republic)
Eskisehir Osmangazi University (Republic of Turkey)
Academic Research Publisher (United Kingdom)
UniScience journal (Republic of Uzbekistan)



MATERIALS
the international scientific-practical conference
«MODERN APPROACHES IN SCIENCE AND SCIENTIFIC RESEARCH»

Moscow, Astana, Petropavlovsk, Tashkent, Osh, Eskisehir
Desember 10-11, 2025

TOM II

2. Боллад Р. Анкерное крепление горных выработок. — Москва: Мир, 1985.
3. Гладких П.А., Литвиненко В.Г. Горноспасательные крепи и анкерные системы. — Санкт-Петербург: НМСУ «Горный», 2016.
4. Hoek, E., Brown, E.T. *Underground Excavations in Rock*. London: Institution of Mining and Metallurgy, 1980.
5. Hoek, E., Carter, T. & Diederichs, M. *Quantification of the Geological Strength Index Chart*. Toronto: Rocscience, 2013.
6. Peng, S. S. *Roof Bolting in Underground Mining: A Practical Guide*. CRC Press, 2002.
7. Stillborg, B. *Professional Users Handbook for Rock Bolting*. Trans Tech Publications, 1994.
8. Zhang, C., Li, S., Wang, S. *Rock Mass Stability and Rock Bolting Technologies*. – *International Journal of Rock Mechanics & Mining Sciences*, 2015.

IKKILAMCHI EJEKSIYANING VUJUDGA KELISHI, RIVOJLANISHI VA UNING TIZIM SAMARADORLIGIGA TA’SIRI

Nurxonov Xusan Almirza o‘g‘li

“Geologiya va konchilik ishi” kafedrasi dotsenti, t.f.f.d. (QarDTU)

Ravshanov Avaz Ali o‘g‘li

*“NKMK” AJ Janubiy kon boshqarmasi O‘quv-kurs kombinati ishlab chiqarish
ta’limi ustasi*

Nizomov To‘lqin Najimovich

“NKMK” AJ Janubiy kon boshqarmasi bosh muhandisi

Amanbayev Shuxratjon Anvarovich

“NKMK” AJ Janubiy kon boshqarmasi O‘quv-kurs kombinati boshlig‘i

Bobomurodov Azamat Yuldosh o‘g‘li

“Geologiya va konchilik ishi” kafedrasi stajor-o‘qituvchisi (QarDTU)

Anotatsiya. *Tadqiqotda ikkilamchi ejeksiyaning paydo bo'lish sharoitlari, aralashtirish kamerasing kesimi va oqim tezligining o'zgarishi natijasida shakllanadigan aerodinamik jarayonlar tahlil qilinadi. Birlamchi ejeksiyaning kamayishi bilan havo oqimining tezligi oshib, yangi energiya taqsimoti hosil bo'ladi va bu ikkilamchi ejeksiyaning faollashuviga olib keladi. Model asosida umumiy bosim ifodasi $\Delta R = \Delta R_I + \Delta R_H$ shaklida keltirilib, noxiziqli tenglamalar yordamida ikkilamchi ejeksiya hajmi aniqlanadi. Ushbu jarayon ventilyatorlar samaradorligini oshirish va energiya tejash imkoniyatlarini kengaytirishda muhim rol o'ynaydi.*

Kalit so'zlar: *Aerodinamik tizimlar, ejektor qurilmalari, ventilyator tizimlari, havo oqimi, birlamchi ejeksiya, ikkilamchi ejeksiya, aralashtirish kamerasing kesimi, konfuzor, ejeksion napor (ΔR), nolinear tenglamalar.*

Аннотация. *В исследовании анализируются условия возникновения вторичной эжекции, а также аэродинамические процессы, формирующиеся в результате изменения сечения смесительной камеры и скорости потока. При уменьшении первичной эжекции скорость воздушного потока возрастает, формируя новое распределение энергии, что приводит к активизации вторичной эжекции. На основе модели общее давление представлено в виде $\Delta R = \Delta R_I + \Delta R_H$, а объем вторичной эжекции определяется с использованием нелинейных уравнений. Данный процесс играет важную роль в повышении эффективности вентиляторов и расширении возможностей энергосбережения.*

Ключевые слова: *Аэродинамические системы, эжекторные устройства, вентиляторные системы, воздушный поток, первичная эжекция, вторичная эжекция, сечение смесительной камеры, конфузор, эжекционный напор (ΔR) нелинейные уравнения*

Annotation. *The study analyzes the conditions for the emergence of secondary ejection, as well as the aerodynamic processes formed by changes in the cross-section of the mixing chamber and the flow velocity. As the primary ejection*

decreases, the air-flow velocity increases, creating a new energy distribution, which leads to the activation of secondary ejection. Based on the model, the total pressure is expressed as $\Delta R = \Delta R_I + \Delta R_H$, and the volume of secondary ejection is determined using nonlinear equations. This process plays an important role in improving fan efficiency and expanding energy-saving capabilities.

Keywords: Aerodynamic systems, ejector devices, ventilation (fan) systems, airflow, primary ejection, secondary ejection, cross-section of the mixing chamber, confusor (diffuser inlet section), ejection pressure (ΔR), nonlinear equations

Kirish: Aerodinamik tizimlar, ayniqsa ejektor qurilmalari va ventilyator tizimlari uchun juda muhimdir. Bu yerda peremichkaning o‘rnini va uning olib tashlanishi natijasida ikkilamchi ejeksiya mexanizmiga qanday ta’sir qilishi to‘g‘risida bir necha nazariy va amaliy bahslar mavjud.

1. Shamollatish eshiklari (to‘siq) va havo oqimining o‘zaro ta’siri

Agar peremichka olib tashlansa, tizimning qarshiliklari va energiya taqsimlanishi o‘zgaradi. Biroq, bu o‘zgarishlar har doim ham kutilgan natijani bermaydi. Misol uchun, shamollatish eshigini olib tashlanishi, shunga o‘xshash havo oqimining tizim ichidagi masofaga ta’sirini o‘zgartiradi va bu ba’zan havo oqimining umumiy sarfini oshirishi yoki kamaytirishi mumkin.

2. Ikkilamchi ejeksiyaning vujudga kelishi va shamollatish eshigining roli

Ikkilamchi ejeksiya — bu havo oqimi boshqarish tizimining muhim qismidir. U asosan asosiy oqimga qo‘shimcha energiya yoki zaxarli gazni kiritish orqali, tizimning samaradorligini oshirishga xizmat qiladi. Aralashtirish kamerasida shamollatish eshigi borligi, ikkilamchi ejeksiyaning yuzaga kelishini imkoni bo‘lgan holatda o‘zgartiradi. Aks holda, shamollatish eshigi olib tashlanishi yoki o‘tkazuvchan bo‘lgan holatda ejeksiyalanuvchi oqimning harakati yangi ko‘rinishdagi energiya taqsimlanishiga olib keladi. Shamollatish eshigi olib tashlansa, aralashtirish kamerasidagi havo oqimini yaxshiroq boshqarish imkoni tug‘iladi, lekin bu jarayon ham o‘zgarishi kerak bo‘lgan energiya ko‘rsatkichlarini ko‘rsatadi.

Shamollatish eshigi mavjud bo'lganda bosim farqi havo oqimining tezligi oshishiga yordam beradi va bu havo oqimining samarali aralashtirish yoki torayish uchun ishlatiladi. Agar shamollatish eshigi olib tashlansa, bu oqimning orqaga qaytishiga sabab bo'ladi, bu esa ikkinchi darajali ejeksiyaning qiyinlashishiga olib kelishi mumkin. Biroq, amaliyotda shamollatish eshigi olib tashlansa, bu tizimning umumiy xarajatlarini o'zgartirishi yoki yo'qotishlarni kamaytirishi mumkin.

Bosim farqlari va energiya taqsimlanishi shamollatish eshiginining olib tashlanishi va ikkilamchi ejeksiya jarayonining yuzaga kelishi o'rtasidagi bog'liqlikni yaxshiroq tushunish uchun, bosim farqlarini tahlil qilish zarur. Agar shamollatish eshigida bosim farqi mavjud bo'lsa, bu tezlikning ortishiga yoki kamayishiga olib keladi.

Birlamchi ejeksiya- bu aralashtirish kamerasida yoki ventilyator tizimida havo oqimining bir qismini boshqa bir oqimga aralashishi jarayonidir. Aralashtirish kamerasining kesimi ventilyator konfuzorining kesimigacha kamayib borsa, bu jarayonni o'rganish juda muhimdir. Oqimning kesimi kamayishi natijasida birlamchi ejeksiya yo'qoladi va konfuzor va aralashtirish kamerasining kesimlari tenglashganda nolga teng bo'ladi. Bu esa, amalda, aralashtirish kamerasining funksional o'rnini o'zgartirib, uni konfuzorning davomiga aylantiradi.

Bunday sharoitda, havo oqimi qattiq tashqi ta'sirlar bilan mavjud bo'lgan bosim o'zgarishlari bilan o'zgaradi, va aralashtirish kamerasi tizimida ejeksiya jarayoni nihoyat nolga tenglashadi. Ammo, bu nuqtada ham, aralashtirish kamerasining ta'siri tugamaydi. Ya'ni uzaytirilgan konfuzordan chiqayotgan oqimning tezligi oshishi bilan ikkinchi darajali ejeksiya paydo bo'lishi mumkin, bu esa o'z navbatida boshqaruv va tizim samaradorligini o'zgartirishi mumkin.

Ikkilamchi ejeksiyani tushunishda, bu jarayonning qanday paydo bo'lishini va uning sezilarli ta'sirlarini baholash zarur. Bunda, ajralib chiqqan havo oqimi konfuzor kesimiga nisbatan asta-sekin kamayadi, bu esa birlamchi ejeksiyaning kamayishiga olib keladi. Shu bilan birga, havo oqimining tezligi oshadi, natijada

havo bosimining taqsimlanishi o'zgaradi va yangi energiya taqsimlanishiga olib keladi.

Konfuzor va aralashtirish kamerasing kesimi tenglashganda, aralashtirish kamerasing roli konfuzorning uzaytirilgan versiyasiga aylanadi va shunday qilib, aralashtirish kamerasidan chiqqan havo oqimi, ikki bosimli tizimni yaratishga olib keladi, bu o'z navbatida ikkilamchi ejeksiya va yangi bosim farqlarini hosil qiladi. Shunday qilib, ikkinchi darajali ejeksiya boshida paydo bo'lmaydi, balki u asta-sekin, aralashtirish kamerasing kesimining kamayishi bilan boshlanadi va so'ngra havo oqimining tezligi oshadi. Bu jarayonda birlamchi ejeksiya kamayadi va havo oqimining bosimini taqsimlash jarayoni o'zgaradi. Ikkilamchi ejeksiya barcha energiyaning taqsimlanishini boshlaydi.

Aralashtirish kamerasidan chiqayotgan havo oqimining kuchi oqimning "ochilishi" uchun yetarli bo'lishi kerak. Bu jarayonda kon lahimining devorlariga yetib borish uchun havo oqimi kerakli tezlikka ega bo'lishi zarur. Lahim kesimi kattalashishi bilan havo oqimi o'zining boshqa harakatlarini boshlaydi, va ventilyatorning oqimi yana boshqa bir bosim farqi bilan bog'lanadi.

Aralashtirish kamerasi va kon lahimi o'rtasidagi kesim o'zgarishi, ejeksiyaning samaradorligini aniqlashda juda muhim rol o'ynaydi. Bunda, eng muhimi, kesimni o'zgartirish va havo tezligi oshishi bo'yicha nazariy baholashni amalga oshirish kerak. Ikkilamchi ejeksiya faqatgina aralashtirish kamerasing kesimi kamayishi bilan boshlanmaydi, balki bu jarayonda havo oqimining o'zgarishi, tekinlik va energiya taqsimlanishi kabi ko'plab omillarni o'z ichiga oladi.

Ikkilamchi ejeksiyaning mavjudligini sifat tahlili yordamida o'rganish mumkin, lekin uni aniq modellashtirish uchun bir nechta o'zgaruvchilarni e'tiborga olish zarur. Ikkilamchi ejeksiyaning ta'siri kon lahimi bo'ylab umumiy havo sarfiga qo'shilish jarayoni havo oqimi tezligi va kesimning o'zgarishi bilan bog'liq. Bunday hisoblashlar, ayniqsa, aralashtirish kamerasidan chiqayotgan havo tezligi va kameraning kesimlarida bu jarayonning o'zgarishlarini hisobga olish muhimdir.

Shuning uchun, ikkilamchi ejeksiya mavjud bo'lsa, aralashtirish kamerasidan chiqayotgan havo tezligi va kesimlarni aniq tavsiflash imkoniyati yo'q, chunki bu jarayonni tasvirlash juda murakkab va ko'plab o'zgaruvchilarni o'z ichiga oladi. Ammo, bu jarayonni aniqlashda, masalan, tizimning bitta o'lchovli modeli orqali, umumiy bosimning qanday paydo bo'lishini tahlil qilish mumkin. Agar ikkinchi darajali ejeksiyani bir o'lchovli modellashtirishga tayyorlasak, unda ejektor qurilmasi tomonidan yaratilgan umumiy bosimning ikkita asosiy komponenti bo'ladi: birlamchi ejeksiya va ikkilamchi ejeksiya bosimi. Bunda, ejektor qurilmasining umumiy bosimi, ikki alohida qismga bo'linadi:

1. Birlamchi ejeksiya bosimi (ΔR_1): Bu bosim, birlamchi ejeksiyadan kelib chiqadi va aralashtirish kamerasiga kirish-chiqish yo'qotishlari hisobga olingan holda olinadi. Bu bosim ejeksiyalanuvchi oqimning samaradorligini belgilaydi va tizimning asosiy energiya sarfini ko'rsatadi.

2. Ikkilamchi ejeksiya bosimi (ΔR_H): Bu esa ikkilamchi ejeksiyadan kelib chiqadigan bosimdir. Bu bosim odatda asosiy ejeksiyaning ortida, ya'ni aralashtirish kamerasining kirish-chiqish nuqtalaridagi energiya yo'qotishlari bilan bog'liq. Ikkilamchi ejeksiyaning ta'siri, aralashtirish kamerasining kesimi va havo tezligining o'zgarishi bilan bog'liq bo'lib, bu energiya sarfini va tizimning ishlash samaradorligini oshiradi.

Shunday qilib, umumiy bosimning ifodasi quyidagicha bo'ladi:

$$\Delta R = \Delta R_1 + \Delta R_H$$

Bu yerda:

- ΔR_1 - birlamchi ejeksiya bosimi,
- ΔR_H - ikkilamchi ejeksiya bosimi.

Ikkilamchi ejeksiyadan hosil bo'ladigan bosim, aslida oddiy ejeksiyadagi kabi hisoblanadi, ya'ni (1) formulasiga o'xshash usullar bilan aniqlanadi. Biroq, ikkinchi darajali ejeksiya hisoblashda qo'shimcha energiya yo'qotishlari va havo tezliklarining o'zgarishi muhim omil sifatida aniqlanadi.

Ikkilamchi ejeksiya, avvalambor, tizimda tuzilma o'zgarishlari va havo oqimining tezligi bilan bog'liq bo'lgan vaqtda yaqqol namoyon bo'ladi. Bu, albatta, energiya taqsimoti va yaxshilangan samaradorlikni ta'minlashga imkon beradi.

Ikkilamchi ejeksiyaning ta'sirini hisobga olish uchun, tizimning bir o'lchovli modeliga asoslangan metodlar yordamida bosimning taqsimlanishini va energiya yo'qotishlarini aniq hisoblash lozim.

Birlamchi ejeksiyani modellashtirishda, aralashtirish kamerasining kirish-chiqish yo'qotishlari va ventilyatorning ishlash shartlari hisob kerak.

Ikkilamchi ejeksiyaning paydo bo'lishi, o'z navbatida, kesim o'zgarishi va havo oqimi tezligining oshishi orqali ro'y beradi.

Ikki bosimni birlashtirish natijasida bosim farqi hosil bo'ladi va tizimning samaradorligi yuqori darajaga ko'tariladi. Shunday qilib, ikkinchi darajali ejeksiyaning modellari va hisoblash usullari, tizimning yuqori samaradorligini va energiya tejashni ta'minlashda katta rol o'ynaydi.

bu yerda S va F - aralashtirish va qazish kamerasining kesimlari, ρ - havo zichligi.

$$P_{II} = -rQ'(Q'): \text{ ekanligini hisobga olsak:}$$

Q' sarfi $\Delta R = -r Q'|Q|$ va $\Delta R = f(Q-Q')$ shartlaridan hisoblab topilishi mumkin, bundan Q' ni Q ning funksiyasidan quydagi tenglama kelib chiqadi:

(2) va (3) tenglamalarda birlamchi va ikkilamchi ejeksiyalar yig'indisi tasvirlangan.

Dastlab (3) noxiziqli tenglama Q' ga nisbatan yechiladi, so'ngra Q' (2) ga qo'yiladi va yig'indi ejeksion napor ΔR topiladi.

Turbulizator oqimi (aralashtirish kamerasidan chiqish joyida) undan 100-120 m masofada ochilib, kameraning kesimini to'ldiradi va ikkilamchi ejektor sifatida ishlay boshlaydi, u turbulizatorning o'z unumdorligini deyarli 4 marta, bevosita ventilyatorning unumdorligini esa 12 martagacha oshiradi.

Xulosa. Ushbu tadqiqotda ventilyator va ejektor qurilmalaridagi aerodinamik jarayonlarning murakkabligi, ayniqsa peremichkaning olib tashlanishi natijasida ikkilamchi ejeksiyaning shakllanishi chuqur tahlil qilindi. Aralashtirish kamerasining kesimi kamaygan sari birlamchi ejeksiya pasayib borishi, havo

oqimining tezligi ortishi va energiya taqsimlanishining o'zgarishi natijasida ikkilamchi ejeksiya yuzaga kelishi aniqlandi.

Konfuzor va aralashtirish kameralari kesimlarining tenglashishi smes kameraning funksional o'rnini o'zgartirib, uni konfuzorning uzaytirilgan qismiga aylantiradi va bu ikki bosimli aerodinamik tizimni yaratadi. Aynan mana shu tizim ikkilamchi ejeksiyaning faollashuviga olib keladi.

Ikkilamchi ejeksiyaning shakllanishi ko'plab omillar — havo tezligi, energiya yo'qotishlari, bosim farqlari va kesim o'zgarishlariga bog'liq bo'lib, jarayonni aniq modellashtirish faqat nolinear tenglamalar yordamida amalga oshirilishi mumkin. Birlamchi va ikkilamchi ejeksiyalar yig'indisi orqali umumiy ejeksion napor $\Delta R = \Delta R_1 + \Delta R_H$ topilishi ko'rsatildi.

Amaliy natijalar turbulizator oqimining 100–120 metr masofada ochilib, ikkilamchi ejektor sifatida ishlay boshlashi, uning o'z unumdorligini 4 barobar, ventilyator unumdorligini esa 12 barobar oshirishi mumkinligini ko'rsatadi.

Shunday qilib, ikkilamchi ejeksiyaning to'g'ri boshqarilishi ventilyator tizimlarining aerodinamik samaradorligini sezilarli darajada oshiradi va energiya tejankorligini ta'minlaydi. Bu esa zamonaviy konchilik ventilyatsiyasi va havo ta'minoti tizimlarida yuqori samarador, iqtisodiy jihatdan qulay yechimlar yaratish imkonini beradi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

9. Баклашов И.Н., Тимофеев В.Г. Механика горных пород и массивов. — Москва: Недрa, 1980.
10. Боллад Р. Анкерное крепление горных выработок. — Москва: Мир, 1985.
11. Гладких П.А., Литвиненко В.Г. Горноспасательные крепи и анкерные системы. — Санкт-Петербург: НМСУ «Горный», 2016.
12. Hoek, E., Brown, E.T. Underground Excavations in Rock. London: Institution of Mining and Metallurgy, 1980.