



Ұ Л Т Т Ы Қ
М Е М Л Е К Е Т Т І К
Ғ Ы Л Ы М И - Т Е Х Н И К А Л Ы Қ
С А Р А П Т А М А О Р Т А Л Ы Ғ Ы

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ГОСУДАРСТВЕННОЙ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ
ЭКСПЕРТИЗЫ



ҚАЗАҚСТАН ҒЫЛЫМЫНЫҢ ЖАҢАЛЫҚТАРЫ

ҒЫЛЫМИ-ТЕХНИКАЛЫҚ ЖУРНАЛ

НОВОСТИ НАУКИ КАЗАХСТАНА

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

3
2024



Ұлттық мемлекеттік ғылыми-техникалық
сараптама орталығы

Национальный центр государственной
научно-технической экспертизы

ҚАЗАҚСТАН ҒЫЛЫМЫНЫҢ
ЖАҢАЛЫҚТАРЫ
ҒЫЛЫМИ-ТЕХНИКАЛЫҚ ЖУРНАЛ

НОВОСТИ НАУКИ
КАЗАХСТАНА
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

№ 3(162)

Алматы 2024

Межотраслевой научно-технический журнал «Новости науки Казахстана» (ISSN:1560-5655) издается с 1989 г. и выходит 4 раза в год. В журнале публикуются научные статьи фундаментального и прикладного характера, обзорные работы отечественных и зарубежных авторов. Язык публикаций: казахский, русский, английский.

Область публикаций: Технические науки, Биотехнологии, Кибернетика, Охрана окружающей среды, Пищевая промышленность, Сельское и лесное хозяйство, Химические технологии, Экономика.

Предназначен для профессорского-преподавательского состава Вузов, докторов PhD, магистрантов, студентов и сотрудников научно-исследовательских институтов, предприятий и организаций, а также работников министерств и ведомств.

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

М.Т. Велямов (главный редактор), доктор биологических наук, профессор, академик МОН РК

Л.Н. Гребцова (редактор)

М.Д. Рублева (ответственный секретарь)

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Р.Г. Бияшев, д.т.н.; **К.А. Исаков**, д.т.н.; **К.Д. Досумов**, д.х.н., проф.;

С.Е. Соколов, д.т.н., акад. МАИН; **Б.Р. Ракишев**, д.т.н., акад. НАН РК;

Ж.С. Алимкулов, д.т.н.; **Ю.А. Юлдашбаев**, д.с.-х.н., (Россия);

М.А. Рахматуллаев, д.т.н., (Узбекистан);

А. Сладковски, д.т.н., проф. (Польша);

Д. Пажес, гл. специалист (Франция);

И.Ю. Потороко, д.т.н, проф. (Россия);

А.А. Кадыров, д.т.н., проф, академик (Узбекистан);

Б.К. Джурупова, к.т.н., проф. (Кыргызстан).

Республика Казахстан, 050026, г. Алматы,
ул. Богенбай батыра, 221
Тел./факс: +8 727 350-5501 (вн. 141), 378-0549
e-mail: l.grebtsova@ncste.kz
m.rubleva@ncste.kz
Веб-сайт: vestnik.nauka.kz

СОДЕРЖАНИЕ

КИБЕРНЕТИКА

Иманалиева Т.И., Дуйшонбекова Г.

Практика применения кейс-стадии на занятиях русского языка как неродного в высшей школе9

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

*Мырзалиев Д.С., Сейдуллаева О.Б., Абзалова Д.А.,
Қадырбек Н.К.*

Методика определения твердости и глубины закаленного слоя (на казахском языке)16

Дантаева А.З., Ибраев М.Б., Сұлтамұрат Г.И.

Термодинамический анализ взаимодействий между компонентами шихты в процессе получения металлургического кремния.....30

ПИЩЕВАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

Велямов М.Т., Велямов Ш.М., Бакытжан Т.Н.

Актуальность разработки новых рецептур белково-витаминизированных продуктов для спортивного питания в Казахстане (на казахском языке)62

Стейглер К.

Вакуумная технология для повышения эффективности, надежности и ресурсоэффективности пищевой промышленности (на английском языке)72

СЕЛЬСКОЕ И ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

Нуралин Б.Н., Джаналиев Е.М.

Обоснование конструктивно-режимных параметров Сепарирующего устройства76

ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Зәуірбек Ә.К.

Трансформации в водохранилищах и пропуск половодья в Казахстанской части бассейна реки Есиль92

Шаблон написания статьи 113

МАЗМҰНЫ

КИБЕРНЕТИКА

Иманалиева Т.И., Дуйшонбекова Г.

Жоғары мектепте екінші тіл ретіндегі орыс тілі сабағында кейс-стадиді қолдану практикасы (орыс тілінде)9

ТЕХНИКАЛЫҚ ҒЫЛЫМ

*Мырзалиев Д.С., Сейдуллаева О.Б., Абзалова Д.А.,
Қадырбек Н.К.*

Қатайтылған қабаттың қаттылығы мен тереңдігін анықтау әдістемесі16

Дантаева А.З., Ибраев М.Б., Сұлтамұрат Г.И.

Металлургиялық кремний өндіру процесінде шихта компоненттері арасындағы өзара әрекетті термодинамикалық талдауы (орыс тілінде)30

ТАМАҚ ӨНЕРКӘСІБІ

Велямов М.Т., Велямов Ш.М., Бақытжан Т.Н.

Қазақстандағы спорттық тамақтануға арналған протеинді витаминдірілген жаңа рецептерді әзірлеудің өзектілігі62

Steigler K.

Тамақ өнеркәсібінің тиімділігін, сенімділігін және ресурс тиімділігін арттыруға арналған вакуумдық технология (ағылшын тілінде)72

АУЫЛ ЖӘНЕ ОРМАН ШАРУАШЫЛЫҒЫ

Нуралин Б.Н., Джаналиев Е.М.

Белгіш құрылғының конструкциясы мен жұмыс параметрлерін негіздеу (орыс тілінде)76

ҚОРШАҒАН ОРТАНЫ ҚОРҒАУ

Зәуірбек Ә.К.

Қазақстан бөлігіндегі Есіл өзені бассейніндегі су тасқындарын бөгендерде трансформациялау және өткізу (орыс тілінде)92

Мақала жазу үлгісі 113

CONTENT

CYBERNETICS

Imanalieva T.I., Duishonbekova G.

Teaching russian as a non-native language in the modern space (in Russian language).....9

TECHNICAL SCIENCES

Myrzaliev D.S., Seidullaeva O.B., Abzalova D.A., Kadyrbek N.K.

Methodology for determining the hardness and depth of the hardened layer (in Kazakh language).....16

Dantaeva A.Z., Ibraev M.B., Sultamurat G.I.

Thermodynamic analysis of interactions between the components of the charge during the production of metallurgical silicon (in Russian language)30

FOOD INDUSTRY

Velyamov M.T., Velyamov Sh.M., Bakytzhan T.N.

The revelance of the development of new reciples of protein-vitaminized products for sports nutrition in Kazakhstan (in Kazakh language).....62

Steygler C.

Leybold presents innovative vacuum portfolio at ANUGA
FoodTec.....72

AGRICULTURE AND FORESTRY

Nuralin Beket B., Janaliyev Y.

Justification of design-mode parameters separating device
(in Russian language).....76

ENVIRONMENTAL PROTECTION

Zauirbek A.

Transformations in reservoirs and flood passage in the
kazakhstan part of the Esil river basin
(in Russian language).....92

Article writing template 113

Иманалиева Т.И.¹, Дуйшонбекова Г.²

^{1,2}Институт переподготовки и повышения квалификации кадров Кыргызского национального университета им.Жусупа Баласагына, г. Бишкек, Кыргызстан

ПРАКТИКА ПРИМЕНЕНИЯ КЕЙС-СТАДИ НА ЗАНЯТИЯХ РУССКОГО ЯЗЫКА КАК НЕРОДНОГО В ВЫСШЕЙ ШКОЛЕ

Аннотация: В статье исследуется практика использования кейс-метода на занятиях по русскому языку как неродному в высших учебных заведениях. Исследование направлено на изучение эффективности кейс-методов в повышении успеваемости студентов, знание языка, навыки критического мышления и понимание культуры. Методология исследования предполагает качественный подход с использованием интервью и наблюдений для сбора данных как от студентов, так и от преподавателей. Результаты показывают, что кейс-методы создают динамичную и интерактивную среду обучения, способствуют активному участию учащихся и способствуют более глубокому пониманию русского языка и культуры. Статья завершается обсуждением значения этих результатов для преподавателей языков и предложением будущих направлений исследований в этой области.

Ключевые слова: интерактивные методы преподавания, русский язык как неродной, русский язык, кейс-метод, учебная программа.

Введение. В нынешнем мире все больше и больше людей изучают русский язык как второй язык. Это может быть связано с разными причинами, например, изучение в вузе, международными деловыми связями, культурным обменом или просто интересом к русской культуре и литературе. В этом контексте важно разработать эффективные методы преподавания русского языка как неродного, которые помогут студентам достичь высокого уровня владения языком.

Методы исследования. Использование кейс-метода на занятиях по русскому языку как второму в высших учебных заведениях оказалось эффективным и интересным подходом для изучающих язык. Кейс-метод - это метод обучения, который предполагает анализ и обсуждение реальных ситуаций или сценариев. Это побуждает студентов активно участвовать в процессе обучения, применять свои знания и развивать навыки критического мышления, которые студенты могут использовать в будущей профессиональной деятельности.

Кейс-метод является одним из наиболее популярных и эффективных методов обучения, применяемых в системе высшего образования. Это представляет собой систему активного участия студентов в процессе обучения, основанную на анализе и обсуждении обстоятельств, называемых кейсами [1-2,3 с. 99].

Метод кейсов поощряет критическое мышление и навыки решения проблем. Студентам предлагаются сложные ситуации, которые требуют от них анализа информации, принятия решений и обоснования своего выбора. Этот процесс не только улучшает их знание языка, но и повышает их способность критически мыслить и принимать обоснованные суждения.

Кейс-метод способствует сотрудничеству и командной работе среди студентов. В групповых обсуждениях и анализе случаев студенты учатся на взглядах и опыте друг друга. Они могут обмениваться идеями, обсуждать различные точки зрения и коллективно находить решения. Эта среда совместного обучения не только улучшает их языковые навыки, но также развивает навыки межличностного общения и общения. Более того, кейс-метод позволяет интегрировать различные языковые навыки и области знаний. Студенты могут применять свою грамматику, словарный запас и культурные знания, чтобы понять и решить кейсы. Этот междисциплинарный подход помогает студентам увидеть взаимосвязь различных языковых компонентов и укрепляет их общее знание языка.

Цель исследований - использования кейс-методов в преподавании русского языка как неродного, интегрируя современные технологии для создания профессионально ориентированных кейсов и развития коллективной работы студентов..

Одним из главных преимуществ словарной работы является ее доступность и универсальность. Ее можно использовать на уроках любого уровня сложности и в любой области знаний. Кроме того, словарная работа может быть адаптирована к индивидуальным потребностям учащихся, что позволяет преподавателю более эффективно работать с каждым учащимся [4,5 с. 257].

Результаты исследования. Как показала практика кейс-метод позволяет эффективно распределять действия преподавателя и аудитории, поскольку включает в себя следующие основные этапы:

1. *Подготовка кейса:* преподаватель выбирает реальную ситуацию из практики, которая имеет актуальное значение для изучаемой темы. Ключи могут быть основаны на каких-то событиях или быть вымышленными, но всегда должны быть достаточно сложными и содержательными.

2. *Разбор кейса:* студенты анализируют кейсы, выявляют проблемы, ищут возможные решения и аргументируют свои предложения. Важно,

чтобы студенты активно участвовали в обсуждении, делились своими мнениями и аргументами.

3. *Обсуждение и анализ*: преподаватель модерировает обсуждение, задает вопросы, направляет студентов на поиск решений и анализирует предложенные идеи. Важно, чтобы студенты учились анализировать информацию, принимать решения и аргументировать свои действия.

4. *Разбор сложных моментов*: Преподаватель помогает студентам разобраться с незнакомыми словами, выражениями или грамматическими конструкциями. Он также может предложить альтернативные варианты выражения мыслей или упражнения для дополнения материала.

5. *Ролевая игра*: Студенты могут разыграть ситуацию из текста, используя выученные выражения и грамматические конструкции. Они могут играть роли и вести диалог на основе предложенного кейса.

6. *Рефлексия и обратная связь*: после обсуждения кейса студенты могут провести рефлексию, оценить свою работу и получить обратную связь от преподавателя и других студентов. Это помогает им улучшить навыки анализа, критического мышления и общения.

Примером кейс-метода в обучении русскому языку как неродному может быть следующая ситуация:

Ключевые слова: Изучение русского языка для работы в российских компаниях.

Описание: Студенты, изучающие русский язык как неродной, хотят получить работу в российской компании. У них есть базовые знания русского языка, но им необходимо улучшить свои навыки общения и понимание русской деловой культуры.

Цель: Помочь студентам навыки перевода на русский язык, необходимые для успешной работы в российской компании.

Шаги:

1. Введение в русскую деловую культуру:

- Студенты изучают основные принципы русской экономики, такие как уважение к старшим, формальность в общении и т.д.

- Обсуждение текстур между русской и их родной деловой культурой.

2. Развитие навыков письменной коммуникации:

- Студенты анализируют и обсуждают деловые письма на русском языке.

- Они пишут и редактируют свои собственные деловые письма, учитывая особенности русского стиля писем.

3. Развитие навыков устной коммуникации:

- Студенты проводят ролевые игры, имитирующие деловые ситуации, такие как собеседования, переговоры и презентации.

- Они получают обратную связь от преподавателей и своих однокурсников, чтобы улучшить свои навыки устного общения.

4. Изучение специальной лексики и грамматики:

- Студенты изучают специфическую лексику и грамматику, связанную с их будущей профессиональной областью.

- Они учитывают эти знания в практических заданиях, таких как написание профессиональных текстов и устное общение на тему своей будущей работы.

5. Подготовка к собеседованиям и тестам:

- Студенты изучают типичные вопросы, которые могут быть заданы на собеседованиях на русском языке.

- Они проводят практические тренировки с преподавателем, чтобы улучшить свои навыки в ответ на эти вопросы.

6. Оценка и обратная связь:

- Студенты передают тесты и задания, чтобы оценить свой прогресс.

- Преподаватель обеспечивает надежную связь и рекомендации по дальнейшему развитию навыков русского языка.

Выводы и рекомендации. Данный кейс-метод позволяет студентам применять свои знания русского языка на практике, в своей будущей профессиональной среде. Это также помогает изменить их навыки общения и понимание русской деловой культуры речи, что является предпосылкой для успешной работы в российской компании.

Преимущества кейс-метода включают в себя:

- Развитие критического мышления: студенты учатся анализировать сложные ситуации, принимать решения и аргументировать свои действия применяя в речи грамотный русский язык.

- Практическое применение знаний: кейсы, основанные на определенных приспособлениях, помогают студентам применять свои знания на практике.

- Активное участие студентов: кейс-метод стимулирует студентов к активному обсуждению, что способствует развитию навыков общения на не родном языке.

- Развитие аналитических навыков: студенты учатся правильно анализировать информацию, используя основные факты и искать решения проблемы, оценивая эффективность собственных действий.

Одним из последующих направлений развития использования кейс-методов в преподавании русского языка является интеграция современных технологий. Благодаря развитию Интернета и мобильных устройств студенты могут получить доступ к кейсам и решать их в любое время и в любом месте. Это позволяет им гибко организовать свое обучение и повысить мотивацию к изучению русского языка [2].

Вывод. Таким образом, будущие направления развития использования кейс-методов в преподавании русского языка как неродного включают интеграцию современных технологий, создание профессионально ориентированных кейсов и развитие коллективной работы студентов. Эти направления помогают сделать обучение русскому языку более интерактивным, практичным и эффективным.

Актуальность современных технологий обучения русскому языку заключается в том, что постоянно применяются продуктивные способы сбора, изучения и анализа различной информации, способствующие формированию информационной культуры обучающихся русскому языку, обеспечивающие эффективный путь развития творческого мышления и совершенствования устной речи, дающие опыт публичного выступления. [5, с. 256]

Благодарность: Выражаем благодарность директору Института переподготовки и повышения квалификации кадров Шамшиеву Алай Буркановичу за участие в подготовке статьи.

Список литературы

1. Багиров И.Х., Бурыхин Б.С. Кейс-стади как интерактивный метод в образовании студентов-экономистов в процессе изучения дисциплины «Управление персоналом» [Текст] / И.Х. Багиров, Б.С. Бурыхин // Вестник Томского государственного университета. Экономика. 2012. - № 3 (19). - С. 118 -129.
2. Бородкина В.Н. Кейс-метод как современная образовательная технология. Электронный ресурс <http://www.infourok.ru>
3. Гончарова М.В. Кейс-метод в обучении иноязычному общению менеджеров // Студент и учебный процесс: иностранные языки в высшей школе. Сборник научных статей / Под ред. Ю.Б. Кузьменковой. – М.: Центр по изучению взаимодействия 6 культур ФИЯ МГУ им. М.В.Ломоносова, 2004. (Дискуссионный клуб FLT: современные тенденции и опыт профессионалов. Вып. 5). С. 95-100.
4. Иманалиева Т.И. Современная вербальная коммуникация на уроках русского языка. ИСТОРИЯ – ЯЗЫК – ЛИТЕРАТУРА – КУЛЬТУРА КОРЕННЫХ НАРОДОВ. Материалы X межвузовской конференции молодых исследователей. РУДН. Москва 2022, С 251-256
5. Дуйшонбекова Г., Иманалиева Т.И. Использование интерактивных методов при обучении русскому языку студентов национальных групп вуза. Журнал “Эпоха науки” №33, Март 2023.

References

1. *Bagirov, I.H., Buryhin B.S.* Kejs-stadi kak interaktivnyj metod v obrazovanii

studentov-ekonomistov v processe izucheniya discipliny «Upravlenie personalom» [Tekst] / I.H. Bagirov, B.S. Buryhin // Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Ekonomika. 2012. - № 3 (19). - S. 118 -129.

2. Borodkina V.N. Kejs-metod kak sovremennaya obrazovatel'naya tekhnologiya. Elektronnyy resurs <http://www.infourok.ru>

3. Goncharova M.V. Kejs-metod v obuchenii inoyazychnomu obshcheniyu menedzherov // Student i uchebnyy process: inostrannye yazyki v vysshej shkole. Sbornik nauchnykh statej / Pod red. Yu.B. Kuz'menkovoj. – M.: Centr po izucheniyu vzaimodejstviya 6 kul'tur FIYa MGU im. M.V.Lomonosova, 2004. (Diskussionnyy klub FLT: sovremennye tendencii i opyt professionalov. Vyp. 5). S. 95-100.

4. Imanalieva T.I. Sovremennaya verbal'naya kommunikaciya na urokah russkogo yazyka. ISTORIYA – YaZYK – LITERATURA – KUL'TURA KORENNYH NARODOV. Materialy X mezhvuzovskoj konferencii molodyh issledovatelej. RUDN. Moskva 2022, S 251-256

5. Dujshonbekova G., Imanalieva T.I. Ispol'zovanie interaktivnyh metodov pri obuchenii russkomu yazyku studentov nacional'nyh grupp vuza. Zhurnal "Epoha nauki" №33, Mart 2023.

Иманалиева Т.И.¹, Дуйшонбекова Г.²

^{1,2} Жүсіп Баласұғын атындағы Қырғыз ұлттық университетінің Кадрларды қайта даярлау және олардың біліктілігін арттыру институты Бішкек қ., Қырғызстан.

ЖОҒАРЫ МЕКТЕПТЕ ЕКІНШІ ТІЛ РЕТІНДЕГІ ОРЫС ТІЛІ САБАҒЫНДА КЕЙС-СТАДИДІ ҚОЛДАНУ ПРАКТИКАСЫ

Түйіндеме. Бұл ғылыми мақалада жоғары оқу орындарында орыс тілі екінші тіл ретіндегі сабақтарда кейс әдісін қолдану тәжірибесі қарастырылған. Зерттеу студенттердің оқу үлгерімін, тілді меңгеруін, сыни тұрғыдан ойлау қабілеттерін және мәдени түсінігін арттырудағы кейс әдістерінің тиімділігін зерттеуге бағытталған. Зерттеу әдістемесінде студенттерден де, мұғалімдерден де деректерді жинау үшін сұхбаттар мен бақылауларды пайдалана отырып, сапалы тәсіл қамтылады. Нәтижелер кейс әдістерінің динамикалық және интерактивті оқу ортасын құрайтынын, студенттердің белсенді қатысуына ықпал ететінін және орыс тілі мен мәдениетін тереңірек түсінуге ықпал ететінін көрсетеді. Мақала осы тұжырымдардың тіл мұғалімдеріне тигізетін салдарын талқылаумен және осы саладағы зерттеулердің болашақ бағыттарын ұсынумен аяқталады.

Түйінді сөздер: интерактивті оқыту әдістері, орыс тілі екінші тіл ретінде, орыс тілі, кейс әдісі, оқу жоспары.

• • •

Imanalieva T. I.¹, Duishonbekova G.²

^{1,2}Institut for Retraining and Advanced Training of Personnel of the Kyrgyz National University named after Zhusup Balasagyn, Bishkek c., Kyrgyzstan.

TEACHING RUSSIAN AS A NON-NATIVE LANGUAGE IN THE MODERN SPACE

Abstract. This scientific article explores the practice of using case methods in the classroom of Russian as a non-native language in higher education. The study aims

to investigate the effectiveness of case methods in enhancing students' language proficiency, critical thinking skills, and cultural understanding. The research methodology involves a qualitative approach, utilizing interviews and observations to gather data from both students and instructors. The findings suggest that case methods provide a dynamic and interactive learning environment, promoting active student engagement and fostering a deeper understanding of the Russian language and culture. The article concludes by discussing the implications of these findings for language educators and suggesting future research directions in this area.

Key words: interactive teaching methods, Russian as a second language, Russian language, case method, curriculum.

Сведения об авторах

Иманалиева Таалайгуль Ишенбековна - старший преподаватель, направление "Педагогика", Институт переподготовки и повышения квалификации кадров Кыргызского национального университета им. Жусупа Баласагына, г. Бишкек, Кыргызстан. taalaika_82@mail.ru

Дүйшонбекова Гулайым - кандидат педагогических наук, доцент, руководитель направления "Педагогика", Институт переподготовки и повышения квалификации кадров Кыргызского национального университета им. Жусупа Баласагына, г. Бишкек, Кыргызстан. dgulya1515@gmail.com

Авторлар туралы мәліметтер

Иманалиева Таалайгуль Ишенбекқызы – Жүсіп Баласұғын атындағы Қырғыз ұлттық университеті, Бішкек қ., Қырғызстан. Кадрларды қайта даярлау және олардың біліктілігін арттыру институтының «Педагогика» мамандығының аға оқытушысы. taalaika_82@mail.ru

Дүйшонбекова Гулайым – педагогика ғылымдарының кандидаты, доцент, Жүсіп Баласұғын атындағы Қырғыз ұлттық университеті Кадрларды қайта даярлау және олардың біліктілігін арттыру институтының «Педагогика» кафедрасының меңгерушісі, Бішкек қ., Қырғызстан. dgulya1515@gmail.com

Information about the authors

Imanalieva Taalaigul Ishenbekovna - Senior lecturer in the field of "Pedagogy" at the Institute for Retraining and Advanced Training of Personnel of the Kyrgyz National University named after Zhusup Balasagyn, Bishkek c., Kyrgyzstan, taalaika_82@mail.ru

Duishonbekova Gulayim - Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Head of the "Pedagogy" department at the Institute for Retraining and Advanced Training of Personnel at the Kyrgyz National University named after Zhusup Balasagyn, Bishkek c., Kyrgyzstan. dgulya1515@gmail.com

Мырзалиев Д.С.¹, Сейдуллаева О.Б.¹, Абзалова Д.А.¹,
Қадырбек Н.Қ.¹

¹М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті,
Шымкент қ., Қазақстан

ҚАТАЙТЫЛҒАН ҚАБАТТЫҢ ҚАТТЫЛЫҒЫ МЕН ТЕРЕҢДІГІН АНЫҚТАУ ӘДІСТЕМЕСІ

Түйіндеме: Мақалада қатайтылған қабаттың қаттылығы мен тереңдігін анықтау әдістемелері қарастырылған. Қаттылық жүктеме шамасының бетінің ауданына, проекция ауданына немесе басып шығару көлеміне қатынасы ретінде анықталады. Беттік, проекциялық және көлемдік қаттылықтың келесідей түрлері ажыратылады: беттік қаттылық-жүктеменің басып шығару бетінің ауданына қатынасы; проекциялық қаттылық-жүктеменің басып шығару проекциясының ауданына қатынасы; көлемдік қаттылық-жүктеменің басып шығару көлеміне қатынасы. Қаттылық үш диапазонда өлшенеді: макро, микро, нано. Қаттылық деп минералогия ғылымында көбінесе бір минералды екінші минералмен тырнап сызғанда соған қарысу дәрежесін айтады. Мұнымен қатар минералдың қаттылығы сыртқы механикалық күштің әсеріне қарысу дәрежесі деп те аталады. Бірақ сыртқы механикалық әсердің өзі де әр түрлі, соған қарай минералдың қарысу дәрежесі де әр түрлі болады. Мақалада қабат қаттылығын анықтаудың бірнеше әдісіне мысалдар келтіру арқылы зерттеулер жүргізілді.

Түйінді сөздер: қаттылық, Бринелл әдісі, микроқаттылық, созылу, беріктік шегі

Кіріспе. Қаттылық – материалдың қаттырақ индентатор денесін енгізуге қарсы тұру қасиеті. Қалпына келтірілген қаттылықты анықтау әдісі. Қаттылық деп материалдардың серпімді деформацияға, пластикалық деформацияға және (немесе) беткі қабаттағы бұзылуға қарсы тұру қабілеті түсіндіріледі. Қаттылықты өлшеу металдарды механикалық сынаудың кең таралған түрлерінің бірі болып табылады. Сынақтың бұл түрін кеңінен қолдану оның келесі артықшылықтарына байланысты:

- қаттылықты өлшеу, әдетте, өнімді (үлгіні) бұзбай жүзеге асырылады, сондықтан оны тікелей дайын бөлікке жүргізуге болады. Бұл жағдайда бөлшектердің өлшемдері өте кең шектерде өзгеруі мүмкін – миллиметрдің бірнеше оннан және жүзден бір бөлігінен (сағаттық серіппелер) бірнеше метрге дейін (станоктардың төсектері, илектеу станоктарының орамдары);

- қаттылықты өлшеу және сыналатын үлгілерді дайындау әдістері салыстырмалы түрде қарапайым және жедел; оларды меңгеру оңай;

- қаттылықты өлшеуге арналған құралдар мен жабдықтар басқа сынақ әдістеріне қарағанда оңайырақ. Оларды кез келген зертханада немесе цехтың тиісті учаскесінде орнатуға болады;

- алынған қаттылық мәні бойынша металдың (қорытпаның) басқа механикалық қасиеттері туралы алдын-ала қорытынды жасауға болады, өйткені металдар мен қорытпалардың көптеген қасиеттері бірдей индикатормен анықталады – оның құрылымы;

- қаттылықты өлшеу бөлшектердің көлденең қимасы бойынша құрылымның өзгеруіне байланысты қорытпаларды термиялық өңдеудің әртүрлі түрлері нәтижесінде қатайтылған беттердің бөлшектерінде болуын (немесе болмауын) бағалауға мүмкіндік береді [1-6].

Қаттылықтың жоғарыдағы анықтамасына қатысты оны өлшеудің үш әдісі бар, атап айтқанда:

- 1) серпімді қалпына келтіру әдісі.
- 2) басу (енгізу) әдісі.
- 3) тырнау әдісі.

Өнеркәсіпте әртүрлі механикалық қасиеттері бар металдар мен олардың қорытпаларының өте көп мөлшері қолданылады.

Бұл қазіргі уақытта аталған үш әдіске қатысты қаттылықты сынаудың шамамен үш ондаған әдістерінің болуына әкелді, олардың әрқайсысының нақты қолдану аясы бар. Осы үлкен әртүрліліктің ішінде бірдей принциптерге негізделген бірнеше кең таралған әдістерді бөліп көрсетуге болады.

Өлшенетін қаттылық, ең алдымен, инденторға қолданылатын жүктемеге байланысты. Мұндай тәуелділік өлшемдік эффект (indentation size effect) деп аталады. Қаттылықтың жүктемеге тәуелділігінің сипаты индентордың пішінімен анықталады:

- сфералық индентатор үшін-жүктеме жоғарылаған сайын қаттылық артады - кері Өлшем әсері(reverse indentation size effect);

- викерс немесе Беркович пирамидасы түріндегі индентатор үшін-

жүктеме жоғарылаған сайын қаттылық азаяды-тікелей немесе жай өлшемді әсер (indentation size effect);

- сфероконикалық индентор үшін (Роквэллдің қатты өлшегіш конусының түрі) — жүктеме жоғарылаған сайын, индентордың сфералық бөлігі енгізілген кезде қаттылық алдымен жоғарылайды, содан кейін төмендей бастайды (индентордың конустық бөлігі үшін).

Нәтижелер және талқылау. Техникалық әдебиеттерде қаттылық әрқашан H әрпімен белгіленеді (ағылшын тілінен. hardness-қаттылық). H әрпінен кейін әрдайым қаттылықты сынау әдісін білдіретін бір немесе екі әріп жазылады, мысалы: HB-Бринеллдің қаттылығы; HRA, HRB, HRC-Роквэлл әдісі бойынша қаттылығы (A, B және C шкалалары бойынша); HV-Викерс әдісі бойынша қаттылығы; HSD-Шор әдісі бойынша қаттылығы; HP-Польди әдісі бойынша қаттылығы; H_e -микро-қаттылық және т. б. [7,8].

Қаттылықты сынаудың кейбір әдістерінің ерекшеліктерін қарастырыңыз. Викерс (HV) әдісі – қарама-қарсы беттер арасындағы шыңы 136° болатын Алмаз пирамидасын сыналатын металға енгізу. Шегініс күші үлгінің қалыңдығы мен қаттылығына байланысты таңдалады және 1-ден 100 кгс-қа дейін. Қаттылық мәні инденторға қолданылатын жүктемені басып шығару диагоналі бойынша анықталатын пирамидалық басып шығару аймағына бөлу арқылы алынады. Әдіс өте әмбебап, өйткені ол кез-келген металл мен қорытпаның қаттылығын өлшеуге мүмкіндік береді. Бұл әдіспен жұқа пластиналар мен қабаттардың қаттылығын өлшеуге болады (6,05 мм-ге дейін). Әдіс бетті өте мұқият дайындауды қажет етеді – жұқа тегістеу немесе жылтырату. Викерс әдісін ірі түйіршікті және гетерогенді құрылымдардың қаттылығын өлшеу кезінде қолдану қажет емес, өйткені басып шығару мөлшері аз (астық өлшемдеріне сәйкес) деректердің үлкен таралуын алуға болады [6].

Микроқаттылық (H_μ) мәні бойынша Викерстің бірдей әдісі болып табылады. Айырмашылық пирамидаға қолданылатын жүктеме мөлшерінде – 5-тен 200 кгс-қа дейін. Бұл әдіс өте жұқа және құрылымы біркелкі қабаттардың қаттылығын, сондай-ақ жеке металл түйіршіктерін (қорытпа) өлшеуге арналған. Қаттылықты өлшеу микроскоппен 200-ден 400 есеге дейін ұлғайтылады. Әдіс зертханалық жағдайда және әдетте зерттеу мақсатында қолданылады. Қаттылықты осы әдіспен өлшеу үшін үлгінің бетін жылтырату керек.

Полди әдісі (HP) - сыналатын бет пен анықтамалық үлгі арасында диаметрі 5...10 мм болат шындалған шар орналастырылған.

Содан кейін эталон балғамен соғылады (допқа қарама-қарсы жағында), нәтижесінде сынақ үлгісі мен қаттылық эталонын басып шығарады.

Басып шығару диаметрлерін өлшеу және ВЭ эталонының қаттылығын білу (Бринелл бірлігінде), H в 0 (сонымен қатар бринелл бірлігінде) өрнек бойынша үлгінің қаттылығын есептеңіз (1):

$$HB_0 = HB_9 * \left(\frac{d_3^2}{d_0^2}\right) \quad (1)$$

мұндағы d_3 және d_0 – эталондағы және үлгідегі іздердің диаметрлері.

Алынған мән стандартты жағдайларда Бринелл әдісімен анықталған қаттылыққа тең болады. Бұл әдіс әдетте қаттылықты шамамен бағалау үшін және стандартты әдістерді қолдану мүмкін болмаған кезде қолданылады, мысалы, металл базаларында, ірі бөлшектерде және т.б. [8].

Шор әдісі (HSD) – сыналатын бетке 19 мм биіктіктен салмағы 36 г оқпан еркін түседі, оқпанның гауһар дөңгелектелген ұшы болады. Материалдың серпімді кері қайтарылуының әсерінен оқтар h биіктігіне секіреді. Шор шкаласында қаттылықтың 100 бірлігі үшін мартенситке шындалған эвтектоидты Болаттың максималды қаттылығы қабылданады, бұл бойқтың 13,6 мм секіру биіктігіне сәйкес келеді. Осы әдіспен массасы кемінде 5 кг болатын бөлшектердің қаттылығын тікелей бөлшектерге өлшеуге болады. Салмағы 100 г дейінгі өнімдердің қаттылығын да өлшеуге болады, бірақ сонымен бірге өнімнің қалыңдығы кемінде 10 мм болуы керек және құрылғының үстелінде орналасуы тиіс. Бұл әдісті жоғары температураға дейін қыздырылған металдың қаттылығын бақылау үшін қолдануға болады.

Қаттылық анықталатын бұйымның (үлгінің) беті бірқатар талаптарға сай болуы тиіс. Ол бақылау орнында металл жылтырына дейін тазаланып, тегіс болуы, масштабтың, тоттың, бояудың, өрескел қауіптің, шұңқырлардың, сызаттардың іздері болмауы керек. Егер бөлліктің қисық беті болса, онда оның өлшемі өлшеу әдісіне байланысты болатын тегіс платформаны дайындау қажет. Үлгінің құрылғының слайдына түсетін беті де таза және тегіс болуы керек. Екі бет бір-біріне параллель болуы керек. Бақыланатын үлгінің қалыңдығы басып шығару тереңдігінің кемінде 10 есе болуы керек [6].

Металл материалдарының қаттылығын өлшеудің ең көп таралған

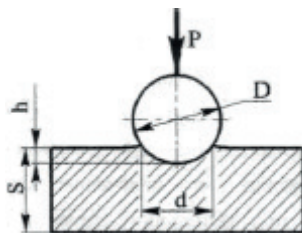
әдістері –бринелл және Рокуэлл әдістері, олар басу (енгізу) әдісіне жа-тады. Осы әдістерді бірлесіп қолдану кез-келген металдар мен қорыт-палардың қаттылығын олардың негізінде өлшеуге мүмкіндік береді.

Бринелл әдісімен қаттылықты өлшеу. Қаттылықты осы әдіс-пен өлшеу кезінде белгілі бір уақыт ішінде өнімнің бетіне р күшімен диаметрі 10,5 немесе 2,5 мм болат шыңдалған немесе карбидті шар басылады. Үлгінің бетінде диаметрі d басып шығарылады (1-сурет). Қаттылық мәнін алу үшін басып шығару диаметрін өлшеп, ауданын есептеу керек. F төмен шар сегментінің өрнегі (2):

$$F_{отп} = \frac{\pi * D (D - \sqrt{D^2 - d^2})}{2}; \quad (2)$$

НВ қаттылығы (кгс/мм²) допқа қолданылатын жүктемені басып шығару аймағына бөлу арқылы анықталады, яғни:

$$HB = \frac{P}{F_{отп}} \text{ әлде } HB = \frac{2P}{\pi * D (D - \sqrt{D^2 - d^2})}; \quad (3)$$



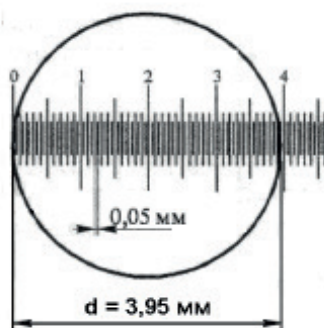
Сурет 1- Бринелл қаттылығын өлшеу сұлбасы [6]

Басып шығару диаметрі 0,05 мм дәлдікпен арнайы өлшеу үлкейт-кішімен өлшенеді. Дәлірек нәтиже алу үшін басып шығару диаметрін екі перпендикуляр бағытта өлшеу керек.

2 - суретте ұлғайтқыш шкаласының басып шығару жиектеріне қа-тысты орналасуы көрсетілген. Суреттен көрініп тұрғандай, басып шы-ғару диаметрі 3,95 мм.

Металды тойтару және үлгінің шеттерін дөңес ету әсерін жою үшін көршілес екі басып шығарудың орталықтары арасындағы қашықтық кемінде 4в, ал үлгінің шетіне дейінгі қашықтық кемінде 2,5 в болуы тиіс.

Жүктеме уақыты үлгінің материалына байланысты және 10 с – Қара металдар үшін, 30 немесе 60 с – түсті қорытпалар үшін олардың қаттылығына байланысты (қорытпа маркасынан).



Сурет 2 - Басып шығару диаметрін өлшеу сұлбасы [6]

Жұқа үлгілерді өлшеу кезінде келесі шартты сақтау қажет: S үлгісінің қалыңдығы h басып шығару тереңдігінің кемінде 10 есе болуы керек.

Әйтпесе, үлгіні басуға болады және сынақ нәтижесі дұрыс болмайды. Басып шығару тереңдігін өрнектер арқылы анықтауға болады (4):

$$h = \frac{P}{\pi D \cdot HB} \quad \text{әлде} \quad h = \frac{D - \sqrt{D^2 - d^2}}{2}; \quad (4)$$

Қаттылықты сынау режимі, яғни доптың диаметрін және берілген жүктеменің шамасын таңдау 1-кестеге сәйкес жүргізіледі.

Қаттылықты стандартты әдістеме бойынша анықтаған кезде (яғни 3-кестеге сәйкес) [6] қаттылық мәні бір санмен жазылады, мысалы: HB 163. Егер өлшеу басқа режимдер бойынша жүргізілсе, онда қаттылық мәні өлшеу кезінде қабылданған режимдерді ескере отырып жазылады. Мысалы, HB 5/250/30-186 жазбасы алынған 186 кгс/мм² қаттылық мәні 30 С экспозициясы бар 250 кгс жүктемесімен 5 мм шарды сынау кезінде алынғанын білдіреді [6].

Айта кету керек, бринелл әдісімен қаттылығы Бринелл бойынша 450 бірліктен аспайтын материалдарды сынауға болады. Үлкен қаттылықта допты қабылдағыш деформацияланады және өлшеу дәл болмайды.

Бринеллдің қаттылығын өлшеу арнайы аспапта – Бринеллдің прессінде жүргізіледі, ол шарға қажетті жүктемелерді 187,5 диапазонында орнатуға мүмкіндік береді ... 3000 кгс және жүктемені қолдану уақыты-10, 30 немесе 60с.

HB қаттылығының сандық мәні мен созылу беріктігінің шегі ара-

сында σ_b жеткілікті жақсы байланыс бар, ол кейбір материалдар үшін 1-кестеде келтірілген келесі түрге ие:

Кесте 1 - HB қаттылығының сандық мәні мен созылу беріктігінің шегі σ_b байланысы

Материал	Созылу беріктігінің шегі σ_b кгс/мм ²
Болат	0,34 HB
Мыс, жез, қола	0,40 HB
Алюминий	0,26 HB
Дуралюмин	0,35 HB
Мырыш қорытпалары	0,09 HB
Сұр шойын	(HB-40)/6

Кесте 2 - Үлгінің қалыңдығы мен материалына байланысты шариктің диаметрі мен жүктемесін таңдау

Материал	HB, кгс/мм ²	Сынақ үлгісінің қалыңдығы S, мм	Шариктің диаметрі D, мм	Шариктің диаметрінің жүктемеге қатынасы	Жүктеме P, Кгс	Жүктеме кезіндегі уақыт, с
Қара металдар	140-150	>6	10	30D ²	3000	10
		3-6	5	30D ²	750	
		<3	2,5	30D ²	187,5	
	<140	>6	10	10D ²	1000	10
		3-6	5	10D ²	250	
		<3	2,5	10D ²	62,5	
Мыс негізіндегі түсті металдар; дуралюминдер	>130	>6	10	30D ²	3000	30
		3-6	5	30D ²	750	
		<3	2,5	30D ²	187,5	
	35 – 130	>6	10	10D ²	1000	30
		3-6	5	10D ²	250	
		<3	2,5	10D ²	62,5	
Магний қорытпалары, алюминий, қалайы, қорғасын, баббит	8 – 35	>6	10	2,5D ²	250	60
		3-6	5	2,5D ²	65,5	
		<3	2,5	2,5D ²	16,5	

Роквелл әдісі – материалдардың қаттылығын бұзбай тексеру әдісі. Әрбір жүктеме қаттылығы шкаласы үшін бірдей қолданылған кезде зерттелетін материалға индентор деп аталатын қатты ұштың ену тереңдігін өлшеуге негізделген. Масштабқа байланысты әдетте 60, 100 және 150 кгс болады.

Әдісте инденторлар ретінде дөңгелектелген өткір ұшы бар 120° шыңында бұрышы бар берік шарлар мен алмазды конустар қолданылады. Басқа әдістермен салыстырғанда қарапайымдылығына, жылдамдығына және нәтижелердің қайталануына байланысты ол материалдарды қаттылыққа сынаудың ең көп таралған әдістерінің бірі болып табылады.

Стандарттар Роквелл әдісімен қаттылықты анықтаудың 11 шкаласын нормалайды (А; В; С; D; E; F; G; H; K; N; T), бұл шкалалар өлшеу нәтижелері бойынша қаттылықты есептеу формуласындағы индентордың түрімен, сынақ жүктемесімен және тұрақтыларымен ерекшеленеді [7].

Ең көп қолданылатын екі-үш индентор-вольфрам карбиді шары немесе диаметрі 1/16 дюймдік (1,5875 мм) аспаптық шыңдалған болат немесе диаметрі 1/8 дюймдік шар және 120° дөңгелектелген шыңында бұрышы бар конустық Гауһар ұшы. Стандарттар 3 – шкалаға байланысты инденторды басу кезінде бекітілген жүктемелерді қарастырады-60, 100 және 150 кгс.

Роквелл әдісімен анықталған қаттылықты белгілеу үшін HR аббревиатурасы қолданылады, 3-ші әріп сынақтар жүргізілген шкаланы көрсетеді (HRA, HRB, HRC және т.б. HRT-ге дейін). Мысалы, HRC 64.

Роквеллдің қаттылығын өлшеу кезінде индентор шыңында 120° бұрышы бар және 0,2 мм дөңгелектеу радиусы бар алмазды конус немесе диаметрі 1,588 мм (1/16) Болат шыңдалған шар болып табылады. Индентор қатарынан қолданылатын екі жүктеменің әсерінен сыналатын материалға басылады: алдын ала P0, 10 кгс және негізгі P1-ге тең, осылайша жүктеме кезінде инденторға жалпы жүктеме $P = P_0 + P_1$ (3-сурет). Алдын ала жүктеме әрқашан 10 кгс (инденторға қарамастан), ал негізгі жүктеме индентатор мен сыналатын материалға байланысты өзгереді. Егер индентор алмазды конус болса, онда P1 негізгі жүктемесі 50 немесе 140 кгс болуы мүмкін (жалпы жүктеме 60 және 150 кгс); егер индентатор доп болса, онда негізгі жүктеме әрқашан 90 кгс (жалпы 100 кгс) болады [6].

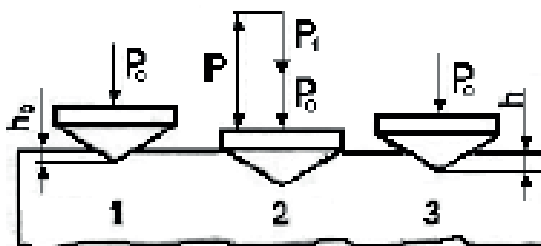
Алмазды конус индентаторы ретінде пайдаланылған кезде материалдың қаттылығы екі шкала бойынша бағаланады - А және С. қу-

рылғының индикаторында бұл шкалалардың екеуі де 100 бөлімі бар (қара шкала) бір шкалаға біріктірілген. 60 кгс инденторлық жүктеме кезінде бұл шкала а шкаласы деп аталады және бұл жағдайда қаттылық HRA ретінде белгіленеді, егер жүктеме 150 кгс болса, онда шкала с шкаласы деп аталады және бұл жағдайда қаттылық HRC ретінде белгіленеді. Егер доп индентор ретінде қызмет етсе (оған жүктеме 100 кгс), онда қаттылықты есептеу 130 бөлінісі бар В (қызыл шкала) шкаласы бойынша жүргізіледі және бұл жағдайда қаттылық HRB ретінде белгіленеді.

Роквелл әдісіндегі қаттылықтың өлшемі индентордың сыналатын материалға ену тереңдігі болып табылады: қаттылықтың бір бірлігі индентордың 0,002 мм-ге енуіне сәйкес келеді. 3-суреттен сынақтың басында индентордың алдын-ала жүктеме әсерінен $p_0 = 10$ кгс бетіне h_0 тереңдігіне басылғанын көруге болады (1-позиция). Содан кейін негізгі жүктеме қолданылады P1 және осы жиынтық жүктеменің әсерінен $P = P_0 + P_1$ индентор материалдың пластикалық және серпімді деформациясын тудыратын максималды тереңдікке сыналатын бетке енгізіледі (2-позиция). Жүктеме аяқталғаннан кейін (шамамен 5с), алдын-ала қалдырып, негізгі жүктемені алып тастаңыз [6].

Серпімді күштердің әсерінен индентор ішінара жоғары көтеріліп, металдың қаттылығын сипаттайтын h ену тереңдігіне (3-позиция) сәйкес позицияны алады.

Қаттылық көрсеткіштері алынатын аспап шкалалары h_0 тереңдігіне сәйкес программаланған. Қаттылықтың сандық мәні (өлшемсіз шама) тиісті шкала бойынша индикатор көрсеткісімен көрсетіледі.



Сурет 3 – Роквеллдің қаттылығын өлшеу сұлбасы

Бұл жағдай Роквелл әдісімен қаттылықты анықтаудың ыңғайлылығын, қарапайымдылығын және жылдамдығын түсіндіреді. Бұл әдістің артықшылығы – қаттылықты өте қатты және салыстырмалы түр-

де жұмсақ материалдардың кең ауқымында өлшеу мүмкіндігі. Бірақ, Роквелл әдісімен, мысалы, механикалық қасиеттерімен күрт ерекшеленетін құрылымдық компоненттері бар сұр шойындар мен түсті қорытпалардың қаттылығын өлшеу ұсынылмайды. Бұл диаметрі 1,588 мм конусты немесе шарды басу арқылы алынған басып шығару жеткілікті кішкентай және әрқашан барлық компоненттерді біркелкі жаба алмайтындығына байланысты, бұл деректердің қаттылық бойынша үлкен таралуына әкеледі [6].

Шарикті өлшеу 25 диапазонында HRB қаттылығы бар күйдірілген және қалыпқа келтірілген болаттар, мыс және оның қорытпалары, дуралюминдер және басқа қорытпалар үшін қолданылады...100 бірлік (HB65...240). Үлгінің минималды қалыңдығы 0,7 мм. Конустың қаттылығын С шкаласы бойынша өлшеу қатайтылған болаттар мен босатылғаннан кейінгі болаттар үшін қолданылады. Бұл жағдайда өлшеу шектері шамамен HRC 20 құрайды...67 (HB220...710). Үлгінің минималды қалыңдығы 0,7 мм.

3-кестеде Роквелл әдісімен қаттылығын сынау режимдері келтірілген.

А шкаласы бойынша қаттылықты конуспен өлшеу С шкаласы бойынша өлшеуді қолдану мүмкін болмаған жағдайларда қолданылады.:

- өте қатты материалдардың қаттылығы өлшенген кезде (қатты және минералды керамикалық қорытпалар және басқа аспаптық материалдар). Бұл жағдайда с шкаласын қолдану, яғни 150 кгс конусқа жүктеме алмаздың сынуына әкелуі мүмкін.

- цементтеу қабаты сияқты жұқа және қатты пластиналар мен қабаттардың қаттылығын өлшеу қажет болғанда (қалыңдығы 0,4...0,7 мм). 150 кгс жүктемені қолдану өлшенетін қабаттың қысылуына әкеледі [6].

HRA бойынша қаттылықты өлшеу шектері әдетте 70 ед 85 бірлікті құрайды (HB 360 7 710).

Кесте 3 - Роквелл әдісімен қаттылықты өлшеу режимдері

Материал	Қаттылық, НВ	Енгізуші	Жүктеме, кгс	Шкала	Қаттылықтың мәні	Қаттылықты өлшеу шектері.	Минималды қалыңдық, мм
Жұмсақ металдар	<230	Болат шар	100	В	HRB	25...100	0,7
Қатаю және босатылған Болат	230-700	Алмазды конус	150	С	HRC	20...67	0,7
Қатты қорытпалар және жұқа басылымдар.	>700	Алмазды конус	60	А	HRA	70...85	0,4

Қорытынды. Қаттылықты өлшеу арнайы құрылғыда – Роквелл қатты өлшегішінде жүзеге асырылады, ол сізге қажетті индентаторды орнатуға және оған тиісті жүктемені қосуға мүмкіндік береді. Қаттылықты сынау режимдерін таңдағанда, шамамен қорытпаның қаттылығын (қатты, жұмсақ) және үлгінің қалыңдығын білу қажет.

Қаттылықтың сандық мәні коэффициенттер шкалаға тәуелді болатын формула бойынша анықталады. Сынақ бетінің күйінен өлшеу қателігін азайту үшін негізгі және алдын ала (10 кгс) жүктемені қолдану кезінде индентордың ену тереңдігінде салыстырмалы айырмашылық қабылданады.

Әдебиеттер

1. Ворошнин Л.Г., Ляхович Л.С. Борирование стали. – М.: Металлургия, 1978. – 239 с.
2. Белый А.В., Карпенко Г.Д., Мышкин К.Н. Структура и методы формирования износостойких поверхностных слоев. – М.: Машиностроение, 1991. – 208 с.
3. Гурьев А.М., Козлов Э.В., Игнатенко Л.Н., Попова Н.А. Физические основы термоциклического борирования. – Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2000. – 216 с.
4. Фомичев О.И., Катков В.Ф., Кушнерева А.К. Исследование тройной диаграммы FeFe₂BVBF₃C // Журнал физической химии. – 1978. – Т. 52. – № 9. – С. 2240–2243.

5. Сердитов А.Т., Ключников Ю.В., Желдубовский А.В. Влияние вида обработки на толщину упрочненного поверхностного слоя и сопротивление усталости материала.-: Машина оборудование №59. С. 165-168.

6. Химикоотермическая обработка металлов и сплавов / Справочник под редакцией Л.С. Ляховича. – М.: Metallurgiya, 1981. – 424 с.

7. Иванова В.С., Терентьев В.Ф. Природа усталости металлов.- М.: Metallurgiya, 1975.- 456 с.

8. Сулима А.М., Евстигнеев М.И. Качество поверхностного слоя и усталостная прочность деталей из жаропрочных и титановых сплавов.- М.: Машиностроение, 1974.- 256 с.

References

1. Voroshnin L.G., Lyahovich L.S. Borirovanie stali. – М.: Metallurgiya, 1978. – 239 s.

2. Belyj A.V., Karpenko G.D., Myshkin K.N. Struktura i metody formirovaniya iznosostojkikh poverhnostnykh sloev. – М.: Mashinostroenie, 1991. – 208 s.

3. Gur'ev A.M., Kozlov E.V., Ignatenko L.N., Popova N.A. Fizicheskie osnovy termociklicheskogo borirovaniya. – Barnaul: Izd-vo AltGTU, 2000. – 216 s.

4. Fomichev O.I., Katkov V.F., Kushnereva A.K. Issledovanie trojnoy diagrammy FeFe₂BBFe₃C // Zhurnal fizicheskoy himii. – 1978. – Т. 52. – № 9. – С. 2240–2243.

5. Serditov A.T., Klyuchnikov Yu.V., Zheldubovskij A.V. Vliyanie vida obrabotki na tolshchinu uprochnennogo poverhnostnogo sloya i soprotivlenie ustalosti materiala.-: Mashina oborudovanie №59. S. 165-168.

6. Himikootermicheskaya obrabotka metallov i splavov / Spravochnik pod redakciej L.S. Lyahovicha. – М.: Metallurgiya, 1981. – 424 с.

7. Ivanova V.S., Terent'ev V.F. Priroda ustalosti metallov.- М.: Metallurgiya, 1975.- 456 s.

8. Sulima A.M., Evstigneev M.I. Kachestvo poverhnostnogo sloya i ustalostnaya prochnost' detalej iz zharoprochnykh i titanovykh splavov.- М.: Mashinostroenie, 1974.- 256 s.

Мырзалиев Д.С.¹, Сейдуллаева О.Б.¹, Абзалова Д.А.¹, Кадырбек Н.К.¹

¹Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова, г. Шымкент, Казах-стан

МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТВЕРДОСТИ И ГЛУБИНЫ ЗАКАЛЕННОГО СЛОЯ

Аннотация: В статье рассмотрены методики определения твердости и глубины затвердевшего слоя. Жесткость определяется как отношение величины нагрузки к площади поверхности, площади проекции или объему печати. Различают следующие виды поверхностной, проекционной и объемной жесткости: твердость поверхности-отношение нагрузки к площади поверхности печати; жесткость проекции-отношение нагрузки к площади проекции печати; объемная жесткость-отношение нагрузки к объему печати. Твердость измеряется в трех диапазонах: макро, микро, нано. Твердость-это степень, в которой минералогия часто сталкивается с этим, когда царапает один минерал

другим. Кроме того, твердость минерала также известна как степень сопротивления влиянию внешней механической силы. Но и сам внешний механический эффект будет несколько отличаться, в зависимости от того, насколько сильно минерал будет сопротивляться. В статье были проведены исследования с приведением примеров нескольких методов определения твердости слоя.

Ключевые слова: твердость, метод Бринелля, микротвердость, относительное удлинение, предел прочности.

• • •

Myrzaliev D.S.¹, Seidullaeva O.B.¹, Abzalova D.A.¹, Kadyrbek N.K.¹

¹South Kazakhstan University named after M. Auezov, Shymkent c., Kazakhstan
METHOD FOR DETERMINING THE HARDNESS AND DEPTH OF THE HARDENED LAYER

Abstract. The article discusses methods for determining the hardness and depth of the hardened layer. Stiffness is defined as the ratio of the amount of load to the surface area, projection area, or print volume. The following types of surface, projection and volumetric stiffness are distinguished: surface hardness-the ratio of the load to the surface area of the print; projection stiffness-the ratio of the load to the area of the print projection; volumetric stiffness-the ratio of the load to the print volume. Hardness is measured in three ranges: macro, micro, nano. Hardness is the degree to which mineralogy often encounters this when scratching one mineral with another. In addition, the hardness of a mineral is also known as the degree of resistance to the influence of external mechanical force. But the external mechanical effect itself will be slightly different, depending on how strongly the mineral resists. The article conducted research with examples of several methods for determining the hardness of the layer.

Key words: hardness, Brinell method, microhardness, elongation, tensile strength.

Сведения об авторах

Мырзалиев Д.С. – кандидат педагогических наук, доцент, Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова, г. Шымкент, Казахстан.

Сейдуллаева О.Б. - преподаватель, Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова, г. Шымкент, Казахстан.

Абзалова Д.А. - кандидат педагогических наук, доцент, Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова, г. Шымкент, Казахстан.

Кадырбек Н.К. - магистрант, Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова, г. Шымкент, Казахстан. orynkul_s@mail.ru

Авторлар туралы мәліметтер

Мырзалиев Д.С. – педагогика ғылымдарының кандидаты, доцент, М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент қ., Қазақстан

Сейдуллаева О.Б. – оқытушы, М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент қ., Қазақстан

Абзалова Д.А. – педагогика ғылымдарының кандидаты, доцент, М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент қ., Қазақстан

Қадырбек Н.Қ. – магистрант, М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент қ., Қазақстан, orynkul_s@mail.ru

Information about the authors

Myrzaliev D.S. - candidate of pedagogical sciences, associate professor, South Kazakhstan University named after M. Auezov, Shymkent c., Kazakhstan.

Seidullaeva O.B. - teacher, South Kazakhstan University named after M. Auezov, Shymkent c., Kazakhstan.

Abzalova D.A. - candidate of pedagogical sciences, associate professor, South Kazakhstan University named after M. Auezov, Shymkent c., Kazakhstan.

Kadyrbek N.K. - master's student, South Kazakhstan University named after M. Auezov, Shymkent c., Kazakhstan. orynkul_s@mail.ru

Дантаева А.З.¹, Ибраев М.Б.¹, Султамурат Г.И.²

¹Карагандинский государственный технический университет,
г. Караганда, Казахстан,

²Баишев Университет, г. Актобе, Казахстан

ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ МЕЖДУ КОМПОНЕНТАМИ ШИХТЫ В ПРОЦЕССЕ ПОЛУЧЕНИЯ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО КРЕМНИЯ

Аннотация. Рассмотрены теоретические основы процесса восстановления и технология выплавки кремния в дуговых электропечах. Изложены результаты исследования термодинамики, кинетики реагирования и механизмов процесса плавки. Освещены вопросы производства: шихтоподготовка, плавка, рафинирование, газоочистка. Разработаны, предложены и апробированы в промышленных условиях (ТОО «Тау-Кен-Темір») физико-химические модели карботермического процесса, позволившие оценить влияние задаваемых технологических параметров плавки (химический состав и загрузочные коэффициенты шихтовых компонентов, температура) на извлечение кремния и его сортность. Для получения базового материала – используется кремний металлургических марок, получаемый плавкой в рудно-термических печах (РТП). В связи с этим определены цель исследования, заключающаяся в исследовании путей повышения качества (химической чистоты) кремния, и методы ее достижения на данном этапе исследования – моделировании карботермического процесса получения кремния. В статье приведено описание основного механизма восстановления кремнезема в печи, представлена одна из конструкций печи и технологическая схема для производства кремния. Автором предложено изучить процесс получения металлургического кремния в РТП с помощью программного комплекса «HSC Chemistry», была сформирована модель выплавки кремния в РТП, которая адекватно описывает технологический процесс получения металлургического кремния.

Ключевые слова: кварц, карбид кремния, режим плавления шихты, рудно-термическая печь, термодинамическое моделирование, энергия Гиббса, металлургический кремний

Введение. В настоящее время в промышленном масштабе технический кремний получают путем высокотемпературного восстановления кремнезема углеродом в дуговой руднотермической печи. Кремнезем смешивают с восстановительной смесью, и, полученную таким образом шихту загружают на колошник руднотермической печи, а с него равномерно небольшими порциями погружают в печь. В печи процесс восстановления кремнезема протекает по следующим стадиям: образование монооксида кремния за счет испарения кремнезема в восстановительной атмосфере; взаимодействие монооксида кремния с углеродом с образованием карбида кремния; взаимодействие карбида кремния с кремнеземом и моноокисью кремния с образованием элементарного кремния.

При загрузке шихты происходят быстрое спекание шихты в зоне ее подогрева и зависание в шахте, что ухудшает газопроницаемость шихты и уменьшает ее сход в реакционную зону. Это приводит к тому, что на колошнике образуются прогары и свищи, что ведет к безвозвратным потерям оксида кремния с отходящими газами, снижению извлечения кремния и дополнительному расходу электроэнергии.

Для повышения извлечения кремния в готовый продукт в последнее время наметилось несколько направлений. Одно из них введение нового составляющего в шихту.

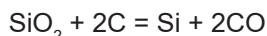
Известна шихта для выплавки кремния, содержащая каменноугольный полукокс, повышенная химическая активность которого приводит к повышению извлечения кремния до 73,6%. Известна также восстановительная смесь, содержащая малозольный бурый уголь. Использование данной смеси значительно улучшает извлечение кремния, но из-за сравнительно высокой зольности бурого угля данное предложение не нашло практического применения. Другое направление повышения извлечения кремния - введение активных веществ с целью повышения химической активности восстановительной смеси.

Введение добавок NaF, NaCl, KCl и MgO в количестве до 3% повышает активность углеродистых материалов. Однако широкого использования способ не имеет, т. к. при попадании влаги от охлаждающих элементов конструкции печи, а также в газоочистных устройствах будут создаваться агрессивные среды за счет разложения при высокой температуре хлоридов и фторидов, приводящие к коррозии оборудования.

Цель работы. Разработка программных средств для теоретиче-

ского анализа и расчета режимов плавления шихты в руднотермической печи.

Физико-химические свойства кварца. Состав шихты устанавливается на основании расчетов и химических анализов восстановителей и кварцита. При этом за основу принимается реакция восстановления оксида кремния углеродом [1]:



Избыток углерода в шихте лежит в пределах от 10 до 25% от стехиометрического количества.

Перемешанные компоненты рудной и восстановительной смесей загружают на колошник руднотермической печи, а из печи при полной загрузке периодически осуществляют выпуск готового продукта в виде кремния (Si).

В соответствии с ГОСТ 2169-69, в техническом «кристаллическом» кремнии, лимитируется содержание примесных элементов: Fe, Al, Ca. Однако, потребители в последние годы предъявляют повышенные требования по содержанию в кремнии и других примесей. Источниками примесей являются сырьевые материалы – кварцит, восстановители и электроды. Большую часть примесей вносит рудная часть шихты (50-80% железа, 41-85% алюминия). Основную долю кальция (из 10-16% примеси) вносит древесный уголь и щепа. Также источником примесных включений в выплавляемом кремнии могут служить окислы золы «восстановителей», которые образуя шлаковую фазу, попадают в кремний при его выпуске из печи [1].

Поэтому все шихтовые материалы, поступающие на производство кремния, согласно технологическому регламенту, должны соответствовать по качеству действующей нормативной документации. Рудным сырьем для получения кремния, используемого на предприятии «Тау – Кен - Темір», служат кварц Актасского месторождения с содержанием SiO_2 не менее 98%, а в качестве углеродистого восстановителя - комбинацию углерод содержащих материалов различного происхождения: нефтекокс, древесный уголь, каменный уголь, карбонизат, древесная щепа [2].

Минералогический состав и физико-химические свойства кварца Актасского месторождения, представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Физико-химические свойства кварца [2]

Наименование показателей	Требования
Содержание SiO ₂ , % не менее	98
Содержание, Fe ₂ O ₃ , % не более	0,02
Содержание Al ₂ O ₃ , % не более	0,02
Содержание CaO, % не более	0,03
Содержание посторонних примесей, % не более	3
Количество кусков плюс 90 мм, %, не более	7
Количество кусков менее 20 мм, %, не более	3
Насыпная плотность, т/м ³	1,4 ± 0,2

Уголь древесный марки А, 1-го сорта, поставляемый на завод, должен соответствовать требованиям ГОСТ 7657-84 (таблица 2).

Таблица 2 – Физико-химические свойства древесного угля [2]

Наименование показателей	Требования ГОСТ 7657-84
Кажущаяся плотность г/см ³ , не менее	0,37
Массовая доля золы, %, не более	3,0
Массовая доля нелетучего углерода, %, не менее	78
Массовая доля влаги, %, не более	6
Массовая доля угля с размером зерна менее 12 мм, %, не более	5
Массовая доля головней, %, не более	2
Масса 1 дм ³ , г, не менее	210

Кокс нефтяной, малосернистый, замедленного коксования, марки КЗ-8 и КЗ-5, поставляемый на завод, должен соответствовать требованиям ГОСТ 22898-78» Коксы нефтяные, малосернистые, технические условия (таблица 3).

Таблица 3 – Физико-химические свойства нефтекокса [2]

Наименование показателей	Требования ГОСТ 22898-78	
	КЗ-А	КЗ-0
Массовая доля общей влаги, % не более	3,0	3,0
Выход летучих веществ, % не более	7	9
Зольность, % не более	0,4	0,6
Массовая доля серы, % не более	1,0	1,5
Массовая доля мелочи, куски размером менее 8 мм, %, не более	8	10
Действительная плотность после прокаливания при 1300°С _в и в течение 5 ч. г/см ³	2,1-2,13	2,08-2,13
Массовая доля %, не более:		
Кремния	0,06	0,08
Железа	0,07	0,08
Ванадия	0,008	0,015

Физико-химические свойства каменного угля Карагандинского угольного бассейна фракции 20-100 мм представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Физико-химические свойства каменного угля марки Д (ДВ) [2]

Наименование показателей	Требования по ТУ
Зольность, % не более	3.5
Массовая доля рабочей влаги, % не более	8
Массовая доля серы, % не более	0.7
Массовая доля хлора, % не более	0.04
Массовая доля мышьяка, % не более	0.0005

Выход летучих веществ, % не более	45
Содержание железа (Fe) %, не более:	0,19
Углерод общий, %	-
Состав золы угля:	
Массовая доля Fe_2O_3	-
SiO_2	-
Al_2O_3	-
TiO_2	-
Фракция менее 20 мм не более, %	15
Удельная теплота сгорания, ккал/кг	4600

Щепа технологическая, применяемая при производстве кремния производится на территории завода из лиственных пород. Требования к размерам щепы по длине, ширине, толщине соответственно 30-100, 10-50, 5-25 мм и не допускаются металлические включения.

Карбонизат - низкосольный высокорреакционный вид восстановителя, также входит в состав шихты. Продукт, получаемого термической обработкой из неспекающихся энергетических углей Шубаркольского разреза. Физико-химические свойства карбонизата приведены в таблице 5 .

Таблица 5 – Физико-химические карбонизата марки КУ [2]

Наименование показателей	Требования по ТУ, по договору
Зольность, % не более	3.5
Выход летучих веществ, % не более	4.0
Массовая доля рабочей влаги, % не более	10
Массовая доля серы, % не более	0.5
Массовая доля фосфора, % не более	0.02

Массовая доля хлора, % не более	0.2
Массовая доля мышьяка, % не более	0.005
Содержание углерода (сухая масса), % не менее	93.5
Массовая доля фракции менее 10мм, % не более	5

Рабочий гранулометрический состав и насыпная плотность шихтовых материалов указаны в таблице 6.

Таблица 6 – Физические характеристики сырьевых материалов [2]

Наименование материалов	Грансостав, мм	Насыпная плотность, т/м ³
Кварц	20 - 90	1,4±0,2
Уголь древесный	0 - 70	0,2 до 0,3
Кокс нефтяной	0 - 30	0,7 до 0,8
Уголь каменный	20 - 100	0,75 - 0,85
Карбонизат	5 - 40	0,35 - 0,55
Щепа технологическая	30-100x10-50x5-25	0,3- 0,4

Методика и исследования. Технология получения кремния в рудотермических печах (РТП) основана на восстановлении кремнезема шихты при нагреве до температур порядка 3000 °С. Реализация этого высокотемпературного технологического процесса - выплавки кремния, сопровождается протеканием различных химических реакций с образованием и взаимодействием промежуточных фаз. Экспериментальная анализ показателей процесса очень затруднен, однако, эмпирические методы позволяют оценить возможность самопроизвольного осуществления реакций в определенном направлении, определить тепловой эффект реакции, является ли данная реакция экзо- или эндотермической, равновесный состав протекания тех или иных реакций в температурных условиях РТП (рисунок 1) [2].

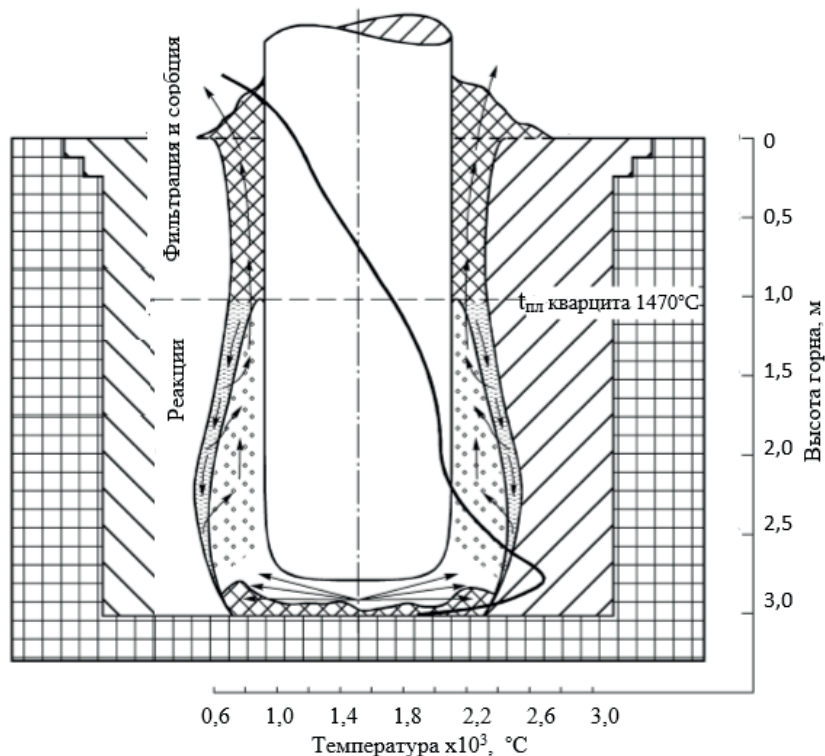
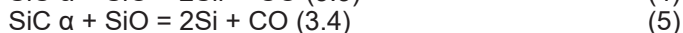
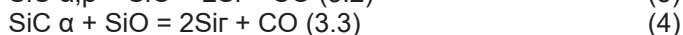
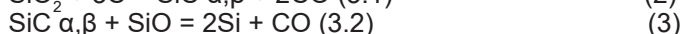
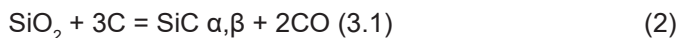


Рисунок 1 – Схематическое изображение рабочего пространство руднотермической печи

Зона 1. 500 – 1350 °C (фактически до 1710°C – температуры плавления кварца и стекания остатков шихты вниз). Нагрев шихты, испарение влаги, пиролиз углеводородов, восстановление металлов-примесей (железо и др.), фильтрация и адсорбция газов и паров.

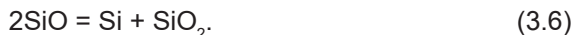
Зона 2. 1350 – 1475 °C. Низкотемпературное восстановление SiO_2 ; и SiC по реакции (3.1) (2). Здесь закладывается основа полноты восстановления и извлечения кремния. Успех последующего восстановления SiO в зоне 5 по гетерогенным реакциям (3.2), (3.3) и (3.4) (3,4,5) определяется качеством генерированного по реакции (3.1) SiC, который является метаморфозой структуры углеродистого восстановителя и наследует его реакционную способность. Происходит также фильтрация и адсорбция газов и паров [3].



Зона 3. 1625 – 1850 °С. Низкотемпературное замедленное восстановление кремнезёма по реакции (3.5) (6) при зависании шихты с образованием SiO, часть которого может находиться в газообразном состоянии и выдваться из зоны реакционными газами. Фильтрация и адсорбция газов и паров. Плавление и стекание вниз кварцита, смывание остатков С и SiC.



Зона 4. 1710 – 1900 °С. Диспропорционирование SiO по реакции (3.6) (7) при выдувании реакционного газа из высокотемпературной зоны нижней части горна и его охлаждении. Продукты реакции (3.6) (7) – Si и SiO₂ – дисперсии. Степень их выноса и потерь определяется фильтрующей и адсорбирующей способностью колошника.



Зона 5. 1900 – 2670 °С. Высокотемпературное ускоренное восстановление SiO, выдуваемого из горна, по однотипным реакциям (3.5) и (3.3) до 2300 °С в противотоке с SiC, смываемым вниз расплавленным кварцитом, и по реакции (3.4) – продолжением предыдущего этапа взаимодействия с получением Siгаз при повышении температуры до 2670 °С.

Выплавку металлургического кремния ведут непрерывным способом с периодической загрузкой шихты на колошник в открытых электропечах, и непрерывной загрузкой – в закрытых, с периодическим выпуском сплава и шлака, непрерывным удалением печных газов. Процесс плавки происходит главным образом у электродов. Основная часть протекающего через электроды тока проходит через торцевую часть электрода на расплав, образуя электрическую дугу. Под действием дуги близлежащее пространство разогревается до температуры 1700 – 1750 °С, когда происходит восстановление кремния, расплавление железа и его сплавление с кремнием. Под действием дуги образуется определенное количество паров кремния и железа, которые вместе с реакционными газами образуют газовую полость – тигель [3].

Для обеспечения выпуска металла и шлака необходимо достаточное близкое взаиморасположение тиглей. Удерживающая сплав футе-

ровка работает под воздействием высокой температуры расплава, химических и механических воздействий перемещающихся расплавленных металла и шлака.

Размеры ванн должны быть выбраны такими, чтобы, с одной стороны, обеспечить достаточно высокую температуру металла и шлака для их выпуска и последующей разливки, а с другой - наименее возможное разрушение футеровки под воздействием вышеперечисленных факторов. По технологии стремятся к тому, чтобы на внутренней поверхности футеровки образовывался слой гарнисажа – застывший слой из проплавляемой шихты, частиц футеровки, шлака и расплава. Гарнисаж защищает футеровку от дальнейшего разрушения и обеспечивает более длительную ее эксплуатацию. Наибольшее разрушающее воздействие на футеровку оказывает, как правило, шлак. При плавке ферросилиция образуется, как указано выше, небольшое количество шлака – процесс малошлаковый, поэтому образование гарнисажа не является первостепенной задачей. Исходя из этих требований, огнеупорный слой футеровки ванны электропечи для выплавки ферросилиция выполняют из угольных блоков.

В данной работе для решения задач использованы возможности пакета прикладной программы HSC Chemistry, разработанного специалистами исследовательского центра фирмы Outotec: Reaction Equation.

Модуль Reaction Equation предназначен для расчета термодинамических функций (мольной теплоемкости энтальпии, энтропии, энергии Гиббса) индивидуального вещества либо изменения этих термодинамических функций в ходе химической реакции. Для расчета термодинамических функций, характеризующих индивидуальное вещество, используются хранящиеся в базе данных стандартные значения энтальпии H_{298} , энтропии S_{298} , и коэффициентов полинома A, B, C, D, по которому рассчитывается значение мольной теплоемкости при произвольно заданной температуре T по формуле (1)

$$C_p = A + B \cdot 10^{-3} T + C \cdot 10^5 T^{-2} + D \cdot 10^{-6} T^2, \quad (1)$$

где T — температура, K, для которой проводится расчет.

По результатам термодинамических расчетов с помощью программного комплекса «HSC Chemistry» построены кривые температурной зависимости изменения энергии Гиббса при реализации химических реакций в процессе получения металлического кремния. Непосредственная оценка условий восстановления и выплавки кремния в РТП практически невозможна: это связано с высокими темпе-

ратурами процесса, сложностью физико-химических превращений. Поэтому для исследования изучения применяют методы моделирования. Исходя из этого, нами был предложен алгоритм программы для расчета технологические параметры выплавки кремния в РТП с помощью программного комплекса (ПК) «PYTHON». Данная программа позволяет определить: состав восстановителя; количество углерода, необходимого для восстановления оксидов; химический состав готового продукта (технического кремния); и др. Исходными данными являются: химический состав исходных сырьевых материалов (кварца, восстановителя); данные технического анализа углеродистых восстановителей (УВ); информация по распределению примесных элементов между фазовыми продуктами (газ, расплав, шлак); расход угольных электродов РТП. После расчета выводится итоговое окно технологического параметра, представленное в виде таблиц [4,5].

Алгоритм расчета в программе: вначале рассчитывается количество углерода, необходимого для восстановления кремнезема и оксидов золы УВ; далее состав шихты на 100 кг кварцита и перераспределение в нем углерода. По заданному распределению примесей между фазовыми продуктами определяется количество кислорода, выделившегося при восстановлении оксидов составных частей загружаемой шихты. На основе уже полученных данных производится расчет химического состава выплавляемого металлургического кремния и распределение восстановленных элементов между продуктами плавки. Одной из важнейших задач программы является нахождение количества и состава получаемого шлака, т.к. этот показатель отображает степень извлечения основного металла [4].

В рамках данной научной работы с помощью программного комплекса «HSC Chemistry» был проведен термодинамический анализ системы Si-O-C. В программном комплексе «HSC Chemistry» предусмотрен интерфейс, с помощью которого можно построить весь фазовый комплекс для конденсированных фаз в одном цикле [4].

Следует также отметить, что программа «HSC Chemistry» позволяет исследовать процессы высокотемпературного самораспространяющегося синтеза, т.е. изучать системы, способные самопроизвольно (с термодинамической точки зрения) в адиабатических условиях переходить в равновесное состояние с повышением температуры. Для этого в программе предусмотрен алгоритм построения тройной системы в условиях адиабатических превращений. При построении

тройной диаграммы, в каждой точке отображается фазовый состав, соответствующий полному термодинамическому равновесию.

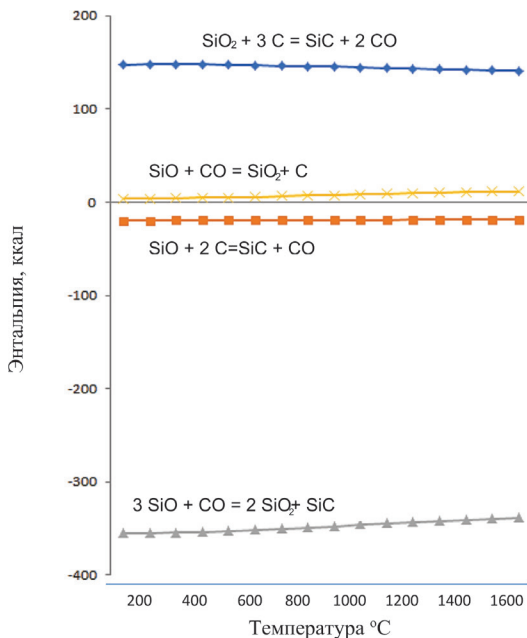


Рисунок 2 – Зависимость энтальпии и константы равновесия реакций от температуры

Данные на рисунке 2 свидетельствуют, что в температурном интервале 0-1500°C идет только подогрев шихты. Положительное значение изменения энергии Гиббса ΔG реакции (1): $\text{SiO}_2 + 3\text{C} = \text{SiC} + 2\text{CO}$ означает, что реакция невозможна.

Тепловой эффект реакции, который равен по значению и противоположен по знаку изменению энтальпии, положителен $\Delta H > 0$ (рисунок 3), то есть реакция (1) эндотермическая, идет с поглощением тепла. Такой температурный интервал обеспечивает термодинамические условия для реализации химических реакций (5), (6) и (7), так как изменение энергии Гиббса для них имеет отрицательное значение. При этом (5) и (7) экзотермические реакции, идут с выделением тепла (рисунок 3). Однако при запуске процесса восстановительной плавки нет монооксида кремния. Моноокись кремния образуется при нагрева-

нии кремния (температура выше 400°C) при недостатке кислорода: $2\text{Si} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{SiO}$; либо восстановлению диоксида при высоких температурах: $\text{SiO}_2 + \text{Si} \rightarrow 2\text{SiO}$ [5].

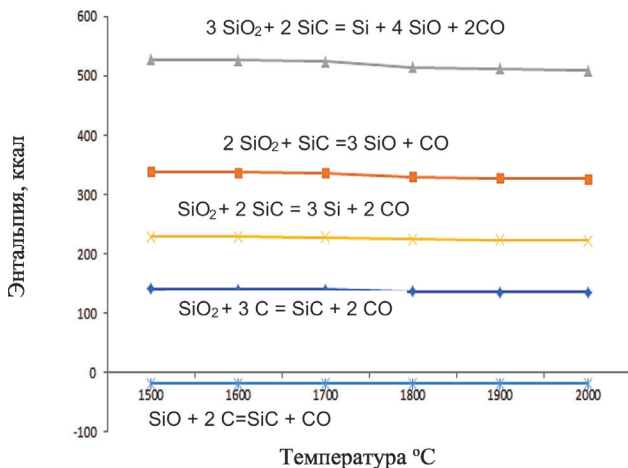


Рисунок 3 – Зависимость энтальпии и константы равновесия реакций от температуры

Таким образом при запуске процесса в температурном интервале 0-1500° С идет только подогрев шихты. Таким образом реакции



могут иметь место в реализованы интервал обеспечивает термодинамические условия протекания .

На рисунке 4 приведено изменение энергии Гиббса в температурном интервале 1500 - 2000 °С. При температуре выше 1500 °С наблюдаются термодинамические условия образования SiC. Теперь все зависит от кинетических условий, таких как активность, размер и смешивание реакционных компонентов, когда фактически начинается образование SiC, и от того, в какой степени оно будет завершено в соответствии с реакцией [5]:



Полученный Si выпускается из печи. Нестабильная SiO пробивает себе путь вверх через шихту вместе с CO. Незначительная часть SiO поглощается активной поверхностью восстановительных реагентов до достижения температуры прибл. 1500 °C в соответствии с реакцией (5)



Эта реакция замедляется, когда слой SiC покрывает поверхность восстановительных реагентов. Оставшаяся большая часть SiO затем реагирует с шихтой, частично с CO, образующимся в процессе реакций (6) и (7)



и частично конденсируется, в соответствии с реакцией (8)



Остаточная SiO₂ уходит из шихты с отходящими газами. Согласно данному способу, порошок SiO₂ вдувают в нагретую до 1300°C печь с помощью газа-носителя (аргона, водорода).

На основе уже полученных данных производится расчет химического состава выплавляемого металлургического кремния и распределение восстановленных элементов между продуктами плавки. Одной из важнейших задач программы является нахождение количества и состава получаемого шлака, т.к. этот показатель отображает степень извлечения основного металла.

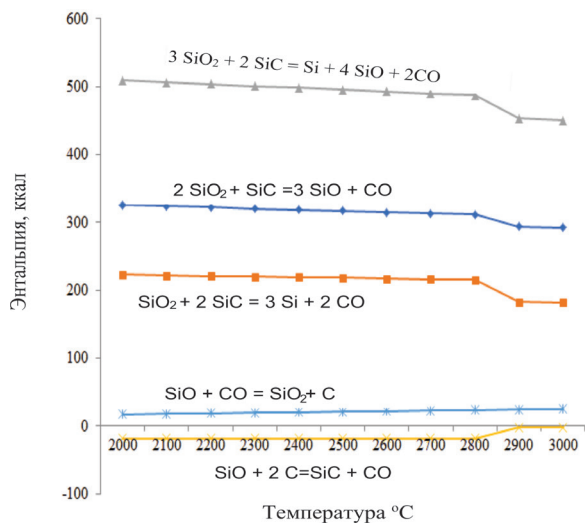
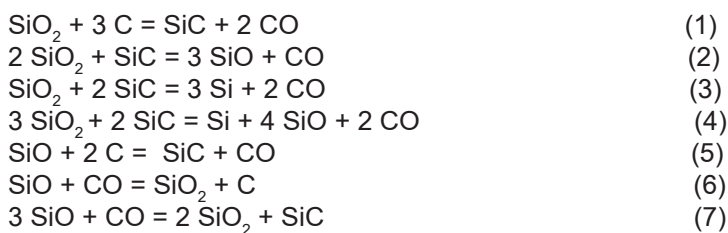


Рисунок 4 – Зависимость энтальпии и константы равновесия реакций от температуры

Были рассмотрены основные химические реакции процесса получения металлического кремния, которые оказывают значительное воздействие на работу и КПД печи [5].



При восстановлении кремнезема происходит образование ряда промежуточных соединений: карбида кремния SiC, газообразной и концентрированной кремния SiO.

Таким образом, методы моделирования позволяют выбрать оптимальную загрузку сырья, тем самым оценить возможность возникновения производственных рисков и предложить пути их минимизации (снижение расхода электроэнергии; уменьшение простоя печи;

контроль отходящих газов по их количественному и химическому составу) при производстве металлургического кремния. «HSC Chemistry», реализованные в виде модулей пакета, доступных через главное меню, автоматически взаимодействуют с базами данных, извлекая из них необходимые термодинамические и иные данные, проводят расчет и выдают его результаты в наиболее удобном для пользователя виде. От пользователя же требуется корректная постановка задачи и ее «формулировка» (запись) в форме, понятной программам соответствующего модуля. Это требует некоторых знаний особенностей расчетных модулей и физико-химических основ соответствующих расчетов [6].

Рудным компонентом шихты для производства технического кремния служат минералы с высоким содержанием кремнезема (SiO_2).

Кварц – минерал, представляющий собой чистую природную форму кремнезема (SiO_2), с незначительным количеством примесей.

Углеродсодержащим восстановителем является органическое соединение – газообразный углеводород. Для обеспечения максимально полного контакта между порошком диоксида кремния и газообразным углеводородом процесс науглероживания проводят в кипящем слое. Использование дисперсного порошка диоксида позволяет увеличить активность образующейся шихты для восстановления SiO_2 .

При температуре $1300\text{ }^\circ\text{C}$ осажденный во время науглероживания на поверхность кварцевых частиц пироуглерод переходит в карбид кремния. Далее смесь $\text{SiO}_2 - \text{SiC}$ поступает в плазменную плавильную печь, где при более высоких температурах происходит взаимодействие в расплаве между компонентами смеси с образованием расплава металлического кремния.

Недостатками данного способа является то, что со всех сторон покрывающий кварцевые частицы слой пироуглерода или сажи во время науглероживания не образует плотного, хорошо сцепленного с поверхностью диоксида кремния покрытия, что определяет низкий уровень межфазного взаимодействия на границе « SiO_2 - углерод». Это происходит потому, что стадии адсорбции углеводородного восстановителя на поверхности кварцевых частиц и его пиролиз с образованием слоя пироуглерода на частицах протекают практически одновременно. При этом углеводород не успевает проникнуть в самые малые поры и трещины порошка диоксида кремния из-за диффузионных затруднений, особенно нарастающих по мере образования слоя пироуглерода или сажи на частицах. Эти факторы не способствуют формированию выгодного для последующего восстановления SiO_2 межфазного контакта. Кроме того, обычно используемые в пиролизе углеводороды – алканы, алкены или алкины - газы,

неполярная природа которых не приводит к образованию на границе с поверхностью диоксида кремния слоя кокса, имеющего хорошую адгезию к подложке SiO_2 [6].

Эта особенность шихты $\text{SiC} - \text{SiO}_2$ сохраняется и после образования слоя SiC на поверхности кварцевых частиц за счет реакции $3\text{SiO}_2 + 6\text{C} = 2\text{SiC} + 4\text{CO} + \text{SiO}_2$ (2) т.к. при карботермическом восстановлении образующийся карбид всегда наследует структуру своего углеродного предшественника. Поэтому шихта промежуточного состава $\text{SiC} - \text{SiO}_2$ представляет собой рыхлый, осыпающийся брикет и не имеет достаточной технологической прочности.

Задачей предлагаемого способа является улучшение уровня межфазного взаимодействия диоксида кремния и углеродного восстановителя, полученного из органического соединения, которое приводит к повышению технологичности, снижению энергоемкости процесса восстановления SiO_2 , увеличению выхода готового продукта.

В настоящее время установлено, что регулирование давления в печи карботермического восстановления способствует снижению температуры процесса восстановления SiO_2 , увеличивает выход кремния за счет уменьшения потерь газообразного SiO . Однако в силу особенностей шихты карботермических процессов практически невозможно проводить технологические процессы получения кремния в вакуумных печах. Поэтому усиление адгезионного контакта между SiO_2 и восстановителем, уровень которого недостаточен в прототипе, формирование прочного, плотного брикета со строго регулируемым соотношением активного дисперсного SiO_2 и углерода позволяет комплексно повысить технологические характеристики карботермического метода получения кремния, в т.ч. для солнечных батарей [6-7].

Современные представления о химической активности кокса фенольных смол (ФС) - стеклоуглерода - противоречивы. Стеклоуглерод считается химически инертным ввиду своей низкой пористости и удельной поверхности, которые обусловлены его до конца неизученной особой глобулярной структурой. Он в значительной степени наследует полимерную структуру ФС и термодинамически нестабилен, что нередко приводит, например, к описанным в литературе необъяснимым катастрофическим разрушениям изделий из него при длительном использовании при температурах выше 1000°C , особенно в контакте с карбидообразующими металлами, к которым относится и кремний.

Исследования показали высокую способность кокса ФС к взаимодействию с частицами кварца. Непосредственно после карбонизации при 800°C смесей из кварца и ФС на поверхности кварцевых частиц методами сканирующей электронной микроскопии наблюдали очаги аморфного кремния, а характер области контакта между вышеуказанными компонентами смеси указывал на высокое межфазное взаимодействие.

Это взаимодействие формируется еще на этапе приготовления смеси, когда жидкая смола благодаря полярной структуре фенола полностью смачивает поверхность кварцевых частиц и проникает благодаря капиллярному эффекту в самые малые поры и трещины дисперсного порошка SiO_2 , а затем отверждается при температуре около 150 – 160°C. Последнее явление сопровождается усадкой, которая еще более усиливает межфазное взаимодействие. По мере карбонизации происходит дальнейшая усадка смолы. Сформировавшийся на стадии перемешивания компонентов контакт между каркасом затвердевшей смолы и частицами кварца, как показали эксперименты, не ослабевает, так как ФС характеризуются высоким выходом твердого и прочного кокса, в основном наследующего, кроме структуры, и форму своего полимерного предшественника.

Указанные выше причины интенсифицируют восстановление кварца. Полное превращение углерода кокса в SiC происходит уже после отжига карбонизованной смеси при 1300 – 1400°C по реакции 2. Это превращение, как установлено комплексным анализом шихты, ведет к изменению состава стеклоглеродного каркаса и его переходу в основном в каркас SiC, который наследует структуру кокса. Дальнейшая выдержка смеси при температуре 1400 – 1700°C при давлении 0,01 – 0,1 МПа приводит к дальнейшему реагированию компонентов и полному исчезновению SiO_2 из-за его взаимодействия с карбидным каркасом $\text{SiO}_2 + 2\text{SiC} = 1,5\text{SiO} + 0,5\text{CO} + 1,5\text{SiC}$ (3) Увеличение температуры этой стадии приводит к росту скорости протекающих процессов. Дополнительной термодинамической силой взаимодействия являются процессы фазовых переходов в исходном кристаллическом кварце: выше 1300°C α -кварц переходит в α -кристобалит. Этот переход сопровождается заметным увеличением объема. На заключительном этапе взаимодействия происходит улавливание остаточным карбидом кремния летучего SiO и образование металлического кремния $1,5\text{SiO} + 1,5\text{SiC} = 3\text{Si} + 1,5\text{CO}$ (4) На практике реализация предлагаемого способа осуществляется следующим образом [6].

Критерии процесса для оптимизации получения металлургического кремния

Для высокоэффективной работы печи важно, чтобы основные реакции

- Образование SiC
- Разложение SiC
- Конденсация SiO в основном завершались в слое материала.

При нормальной работе печи в ванне наблюдаются следующие реакционные зоны (рисунок 5)

A – зона непрореагировавшей шихты. В ней происходит подогрев

шихты газами и испарение влаги, а также конденсация значительной части испаряющихся в виде окислов алюминия и кремния. Тут же начинается выгорание восстановителя [2-6].

Б – зона «мертвого пространства». Состоит из непрореагировавшей шихты, сцементированной шлаками и оплавленной теплом. Это и есть гарнисаж, защищающий футеровку от теплового и химического воздействия.

В – зона полезных реакций. В ней, сравнительно ограниченной по размерам, происходят превращения больших количеств электроэнергии в теплоту, необходимую для эндотермических реакций и физических превращений. Здесь же протекают основные химические реакции.

Г – зона побочных реакций. В ней протекают реакции, требующие меньшей концентрации тепла и более низких температур: образование карбидов, муллитов и пр. Зона должна находиться на достаточном отдалении от электрода, что зависит в значительной степени от степени прогрева печи в пусковой период.

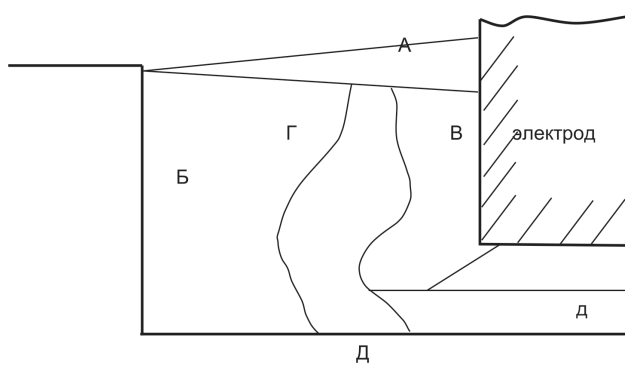


Рисунок 5 – Зоны реакций в ванне печи

Д – зона, продолжающая зону полезных реакций. Служит для завершения реакции непрореагировавшего материала, сбора продуктов плавки. Причем часть этой зоны – зона дпредставляет собой газовую оболочку у конца электрода.

Стабильная работа печи имеет значительную важность для того, чтобы избежать каких-либо изменений в зоне образования SiC. Это

означает, что полученный SiC должен прореагировать, вскоре после его получения, когда он все еще находится в высоко реактивной форме, во избежание образования стабильного SiC. Получаемые SiO и CO поднимаются вверх через слой материала. Здесь очень важно, насколько это, возможно, удерживать получаемую SiO в слое материала, полностью используя углеродную реакцию (5) и реакции конденсации (6), (7) и (8). Для достижения, с одной стороны, постоянного образования и разложения SiC, а с другой стороны высокой степени конденсации SiO в слое материала, особое внимание следует обратить на следующее [2-6]:

Предварительные условия

- Точное определение размеров печи и высокая степень эксплуатационной готовности оборудования.
- Надлежащий выбор, размер и надлежащее смешивание компонентов шихты.

Рабочие условия

- Интенсивность подачи, схода шихты.
- Стабильность температурного режима.

Должное перекрытие зон реакций с целью достижения постоянной и хорошо распределенной интенсивности подачи шихты, является очень важным фактором, позволяющим избежать образования стабильного SiC.

Очень важным условием является надлежащий выбор, размер и надлежащее смешивание компонентов шихты. Для эффективной работы печи важным является также интенсивный равномерный сход шихты, обеспечивающий следующие преимущества:

- Повышенное электрическое сопротивление системы
- Глубокая посадка электродов с высокой концентрацией энергии в районе пода печи.
- Короткое время образования и разложения SiC
- Толстый слой холодной шихты в верхней части печи

Более короткий временной интервал образования и разложения SiC уменьшает тенденцию образования стабильного SiC и, поэтому, является важным фактором для длительной эксплуатации без наслоения SiC на боковых стенках и в центре подины печи. Более толстый слой холодной шихты в верхней части печи обеспечивает хорошие условия для конденсации SiO главным образом в слое материала, что обеспечивает высокий выход Si. Высокая интенсивность расхода шихты достигается путем использования древесной щепы и древес-

ного угля в шихте. И, наконец, самым важным фактором для стабильной работы печи является поддержание постоянного температурного профиля в слое материала. Если такой температурный профиль нарушается, создаются значительные помехи для работы печи.

С точки зрения работы печи на температурный профиль в слое материала могут влиять:

- Частые перемещения электродов
- Слишком интенсивное шурование
- Чрезмерно быстрое вращение

Своевременный выпуск металла, рациональный состав шихты, как по химическому, так и по гранулометрическому составу, своевременная и качественная обработка колошника позволяют добиться устойчивой и глубокой посадки электродов в шахте печи. Очень интенсивное шурование может привести к нестабильной поверхности. Крайне необходимо избегать погружения шуровочной штанги в шихту. Если шуровочная штанга погружается в слой материала слишком глубоко, участок образования и разложения SiC может быть легко разрушен. Особенно это может случиться, когда температурный профиль сдвигается на более высокие показатели. В этом случае получаемый SiC и все еще остающийся SiO₂ выталкиваются в перегретый газовый пузырь под электродами. SiO₂ подвергнется расплавлению, а SiC не найдет компонента – партнера для осуществления реакции. Это приводит к получению дополнительного количества шлака и наслаиванию не прореагировавшего SiC. Для восстановления температурного профиля требуется некоторое время.

Кремний – один из самых популярных материалов XX века. Технический кремний получают в руднотермических печах при плавке шихты, состоящей из кремнеземсодержащего сырья и углеродистого восстановителя [1]. Технология выплавки кремния может быть описана одной основной реакцией: $\text{SiO}_2 + 2\text{C} = \text{Si} + 2\text{CO}$.

Одним из перспективных сырьевых материалов для получения кремния может служить пыль газоочистки руднотермических печей (химический состав, в среднем, мас.%, соответственно: SiO₂ – 85,41; Al₂O₃ – 0,46; Fe₂O₃ – 0,3; CaO – 1,5; MgO – 1,24; Cтв – 5,67; Na₂O – 0,08; SO₃ – 0,16; P₂O₅ – 0,12; K₂O – 0,31; TiO₂ – 0,02; SiC – 4,73). Однако загрузка в руднотермическую печь мелкодисперсного материала невозможно, поэтому его предварительно нужно окомковывать. Окомкование (окомкование) является одной из актуальных задач в подготовке шихты к металлургическому переделу.

Данный процесс подготовки мелкодисперсных материалов позволяет не только обеспечить предприятие дополнительными ресурсами, но и уменьшить экологическую нагрузку на окружающую среду, но стабилизировать работу основных переделов – подготовки сырья. Отличительной особенностью процесса окомкования является возможность изготовления брикетов (гранул, окатышей и т.п.) из шихтовых смесей, эффективных для основных типов агрегатов металлургического передела [6]. В подготовке материалов методами окомкования применяют связующие вещества. Связующее должно обладать достаточными адгезионными свойствами для образования механически прочных, водо- и термостойких брикетов (окатышей); иметь низкую стоимость; не вносить вредные примеси, ухудшающие качество выплавляемого металла; не снижать качества брикетов (окатышей) под воздействием высоких температур и реакционной способности шихтовых компонентов; не ухудшать условий выплавки кремния; отвечать санитарно-гигиеническим нормам.

Восстановление кремния из кремнезема углеродом происходит через стадию образования газовой фазы, содержащей низший оксид кремния – монооксид (SiO) и карбид кремния (SiC) [7].

Первичным конденсированным продуктом в процессе получения кремния в РТП является $\text{SiC}_{\text{ТВ}}$, образующийся в результате реакции $\text{SiO}_{\text{газ}} + 2\text{C}_{\text{ТВ}} = \text{SiC}_{\text{ТВ}} + \text{CO}_{\text{газ}}$. Образование карбида кремния – неизбежный процесс, затрудняющий восстановительную плавку (образуется настыль на подине РТП, не позволяющая быстро выходить расплаву из печи; реакционная зона вокруг электродов уменьшается). Но образование карборунда неизбежно, так как восстановление оксидов до карбидов идет легче при более низких температурах, чем восстановление до металла. В процессе восстановления кремнезема углеродом велика роль газообразных агентов. Скорость реакции в большой степени зависит от условий удаления продуктов реакции, т. е. газа CO и полученного металла. Правильность этого утверждения подтверждается лабораторными исследованиями, показывающими снижение температуры восстановления и ускорение протекания его в вакууме, а также практикой получения кремния и сплавов на его основе, где улучшение газопроницаемости колошника и условий выпуска сплава обеспечивает повышение производительности печи и улучшение использования кремния. Образующийся (по реакции $\text{SiO}_{\text{газ}} + 2\text{C}_{\text{ТВ}} = \text{SiC}_{\text{ТВ}} + \text{CO}_{\text{газ}}$) монооксид кремния обеспечивает массоперенос между кремнеземом и восстановителем. Образование промежуточного газо-

образного SiO приводит к неполному извлечению кремния в готовый продукт из загружаемых шихтовых материалов [7-8].

По распространенности кремний в земной коре занимает 2-ое место следую за кислородом, сталкивается основным образом в повторяющемся виде кислородных синтезов (силикаты, кварц и т.д.). Высочайшей чистоты кремний применяется в полупроводниковых техниках, а технические чистоты (от 96 до 99%) – в цветной и черной металлургии для извлечения сплавов по нежелезному принципу (силумина и др.), изготовления силицидов, и раскисления сплавов и стали (устранение кислорода), легирования (кремнистые сплавы и стали, используемые в электрических оборудованьях).

Главным аппаратом для выплавки технического кремния считается дуговая рудотермическая одно-трехфазная электрическая печь силой от 8 до 30 МВА. Печь представляет собой выпуклый металлической кожух с дном, футерованные огнеустойчивой кладкой. Снабжение энергией печи выполняется при помощи электрода, используемого из графита. Электроды самоспекающиеся в технологии производства кремния не используются из-за вероятности загрязнения продукта электродной массой и кожуха электрода (кальций, алюминий, железо). Электрические свойства восстановительного процесса поддерживаются с помощью печного трансформатора, который соединен с электродом высокоамперной сетью, в которой мощность тока составляет 40 – 80 кА. По мере расхода электрода они удлиняются при помощи устройств перепуска. Регулирование данной силы тока в электроде выполняется методом смещения электрода по вертикальной оси [8].

Абстрактная температура начального процесса изготовления 1670°C. К главным видам восстановителей относятся: нефтекоксы, древесный уголь (сосновый и берёзовый), неподвижный уголь.

С рудотермической печи, жидкий кварц попадает в ковш из которого он переливается по различным формам. В формах железный кремний охлаждается и застывает. После ожидания кремний дробят на маленькие кусочки гидромолотом.

Кстати, создание металлургического кремния полностью безотходно. Сверху печи прикреплены воздуховоды, и вся пыль улетучивается в газоочистку, в котором улавливаются микрочастицы. Данная пыль кремния является полезным продуктом в иной части изготовления. К примеру, ранее в Европе кварц переплавляли лишь для такого, чтоб его позже размолоть и сделать добавкой для бетона, а также

в растворы, которые владеют чрезвычайно большим укрепляющим свойством. Кварцевая кристаллическая сетка чрезвычайно крепкая. И бетон маркой 900, возможно получить лишь с поддержкой кремния.

Подача энергии в рабочее пространство печи осуществляется с помощью одного, двух или трех электродов, выполненных из графита. Самоспекающиеся электроды в технологии кремния не применяются по причине возможно загрязнения продукта компонентами кожуха электрода и электродной массы (железо, кальций, алюминий).

Изобретение относится к цветной металлургии, в частности к электротермическому получению технического кремния.

В настоящее время в промышленном масштабе технический кремний получают путем высокотемпературного восстановления кремнезема углеродом в дуговой руднотермической печи. Кремнезем смешивают со смесью углеродистых восстановителей и полученную таким образом шихту загружают на колошник руднотермической печи, а с него равномерно небольшими порциями погружают в печь.

В печи процесс восстановления кремнезема протекает по следующим стадиям: образование монооксида кремния за счет испарения кремнезема в восстановительной атмосфере; взаимодействие монооксида кремния с углеродом с образованием карбида кремния, реакция взаимодействия с кремнеземом и монооксидом кремния с образованием элементарного кремния.

При загрузке шихты происходит быстрое спекание шихты в зоне ее активного нагрева (зона между электродами и гарнисажем) и зависание шихты, что ухудшает газопроницаемость шихты и уменьшает ее сход в реакционную зону. Это приводит к тому, что на колошнике образуются прогары и свищи, что ведет к безвозвратным потерям кремния в виде монооксида кремния с отходящими газами, снижению извлечения кремния и дополнительному расходу электроэнергии. В связи с этим представляется актуальным создание технологий получения технического кремния с высокими технико-экономическими показателями.

Известен способ производства технического кремния по авторскому свидетельству RU №2078035, МПК C01B 33/025, опубликован 27.04.1997 г.

Сущность изобретения заключается в том, что способ производства технического кремния, включающий дозирование, смешение и загрузку и проплавление в электропечи шихты, состоящей из кварцита, нефтекосса, древесного угля и древесной щепы, предполага-

ет предварительную обработку нефтекокса раствором каустической соды и контроль лишь одного показателя технического анализа нефтекокса - влажности (до 6-12%). Кроме этого, проплавление шихты ведут во вращающейся руднотермической печи с профилем ванны в виде усеченного конуса большим основанием вверх.

Признаками аналога, совпадающими с существенными признаками заявляемого способа, являются: электротермическое восстановление кремнезема углеродистым материалом, содержащим активный нелетучий углерод; загрузка в печь восстановительной шихты.

Недостатками аналога являются:

- отсутствие точной дозировки углеродистого восстановителя и контроля количества, поступающего в процесс плавки нелетучего углерода из-за отсутствия расчета общего содержания активного нелетучего углерода в углеродистой части загружаемой восстановительной шихты;

- возможность использования аналога только для конкретного состава восстановительной шихты;

- контроль лишь одного параметра физико-химических свойств только у одного углеродистого компонента восстановительной шихты;

- требует дополнительных технологических операций перед загрузкой, связанных с расходом дополнительных реагентов, которые улучшают качество лишь одного углеродистого компонента восстановительной шихты - нефтекокса, не устраняя перерасход или недозагрузку необходимого количества нелетучего углерода для восстановления кремния.

Сущность изобретения: смешивают кварцит с углеродсодержащим восстановителем, подают шихту на колошник электродуговой печи и осуществляют плавку. Особенностью данного изобретения является то, что периодически через каждые 1,5 – 2,0 ч на поверхность колошника между электродами дополнительно подают углеродсодержащий восстановитель в количестве 200 – 600 кг. В качестве углеродсодержащего восстановителя используют древесный уголь, нефтяной кокс, каменный уголь и древесную щепу [9-10].

Техническая сущность данного решения заключается в следующем. В процессе электроплавки углеродистый восстановитель подвергается ряду физико-химических превращений, существенно изменяющих его первоначальные свойства. В частности, под влиянием высокой температуры происходит изменение его структуры и характера пористого строения, сопровождающееся разложением органиче-

ских соединений и удалением летучих веществ. Поскольку указанные процессы совмещены по времени с взаимодействием углерода с оксидами неуглеродной части шихты и в большой мере взаимосвязаны, то общая картина физико-химических превращений очень сложна.

В то же время подтверждается влияние влажности, зольности, содержания летучих и мелкой фракции на общее содержание активного нелетучего углерода в исходных углеродистых восстановителях, входящих в состав восстановительных шихт.

На практике при подготовке восстановительных шихт используются усредненные данные по влажности, зольности, содержанию летучих, мелкой фракции, а также содержанию нелетучего углерода, полученные ранее, как входной контроль для определения пригодности того или иного углеродистого материала для руднотермической плавки. Как уже говорилось выше, почти все восстановители относятся к углеродсодержащим продуктам природного происхождения, каждый из которых в своей группе может резко отличаться по своим физико-химическим свойствам (в зависимости от технологии переработки и способов хранения). Поэтому на практике при получении кремния часто имеет место значительный перерасход восстановителей [10].

Соответствие заявляемого способа критерию «новизна» подтверждают отличия от прототипа:

- проведение контроля за общим содержанием активного нелетучего углерода в исходной восстановительной шихте непосредственно перед подачей на колошник печи в зависимости от состава и физико-химических свойств углеродистых компонентов шихты в процессе электротермического восстановления кремнезема,

- использование в качестве углеродистого материала исходной восстановительной шихты, в которой общее содержание нелетучего углерода по массе на момент загрузки на колошник печи в зависимости от ее состава соответствует величине, которую определяют заявляемым в формуле изобретения математическим выражением, полученным экспериментальным путем.

Из уровня техники известно проведение контроля за физико-химическими показателями, например содержанием влаги и золы в анодной массе, являющейся углеродсодержащим реагентом при получении алюминия электролитическим способом в электролизерах. Анодная масса представляет собой смесь углеродистых материалов - кокса и пека). В известном способе загрузки анодной массы для процесса восстановления алюминия из глинозема ведется по стехи-

ометрии реакции получения алюминия. В данном случае учет такого показателя технического анализа, как зольность, влияет лишь на качество получаемого металла, а контроль за содержанием, например, влаги осуществляется для ведения процесса электролиза без нарушений правил техники безопасности (попадание влаги в электролит способствует выбросу расплава, что может привести к ожогам и травмам обслуживающего персонала) [11].

Также известно в металлургии кремния, что контроль за содержанием золы в поступающих на плавку углеродистых восстановителях при производстве кремния ведется с целью учета перехода примесных элементов из нее в выплавляемый продукт.

Избыток твердого углерода при производстве кремния связан с отсутствием контроля за влажностью восстановителей, а также с не учетом потерь летучих из углеродистых восстановителей при высоких температурах в печи (при удалении летучих остается углеродный остаток, что приводит к снижению электрического сопротивления углеродистого вещества и, в целом, к изменению электрического режима работы печей).

Из уровня техники известно, что каждый углеродистый материал, используемый в качестве восстановителя при получении кремния в руднотермических печах, подвергается анализу на содержание золы, влаги, летучих, мелкой фракции с целью определения входного контроля свойств для определения пригодности и соответствия техническим условиям или ГОСТам данного вида сырья. Но данные показатели технического анализа не привязаны непосредственно к процессу восстановления, а служат лишь характеристиками того или иного углеродистого материала (в зависимости от способа получения, вида исходного сырья и т.п.).

В заявляемом способе получения кремния используют выполняемые заводской лабораторией результаты технического анализа углеродистых восстановителей, входящих в состав конкретной загружаемой на колошник печи шихты, для расчета оптимального поступления общего нелетучего углерода в печь с целью протекания процесса восстановления при стабильном электрическом режиме, снижения пылеуноса и бесполезных потерь углеродистых материалов при сгорании на колошнике.

На основании длительных экспериментов был определен новый механизм влияния, позволяющий достичь новый технический результат, а именно: определена зависимость общего содержания неле-

тучего углерода в исходной восстановительной шихте в зависимости от состава шихты и результатов технического анализа углеродистых восстановителей.

Вывод. Таким образом, из уровня техники - патентной и научно-технической информации - не выявлено признака, сходного с отличительным признаком заявляемого способа, а именно: проведения точного, достоверного контроля общего содержания нелетучего углерода в шихте в зависимости от физико-химических характеристик углеродистых материалов, используемых в качестве восстановителей при плавке, а также загрузки шихты с общим содержанием нелетучего углерода, определяемым по представленному математическому выражению. Заявляемое техническое решение позволяет достичь технический результат, связанный со снижением расхода углеродистых восстановителей на 10 – 15%, повышением извлечения кремния на 1,2 – 2,3% и снижением расхода электроэнергии при получении кремния в среднем на 1,8%. Следовательно, заявляемое техническое решение соответствует критерию «изобретательский уровень» [11].

Заявляемый способ получения технического кремния следует отнести к новым прогрессивным технологиям, позволяющим определить для загрузки в печь оптимальное количество активного нелетучего углерода в восстановительной шихте для получения кремния из кремнезема углеродистым восстановителем с учетом реальных характеристик каждого составляющего комплексного восстановителя, используемого при производстве кремния.

Задачей предлагаемого технического решения является повышение технико-экономических показателей процесса получения технического кремния.

Техническим результатом предлагаемого изобретения является снижение расхода углеродистых восстановителей при получении кремния с сохранением стабильного электрического режима плавки за счет повышения точности и достоверности определения общего содержания нелетучего углерода в исходной загружаемой восстановительной шихте.

В работе решались следующие задачи:

- обоснование требований к показателям качества кремния, получаемого карботермическим способом при электроплавке;
- выявление основных источников загрязнения примесями технического кремния получаемого прямым восстановлением кварцевого сырья в РТП;

- разработка способа получения технического кремния, предусматривающего контроль за содержанием активного нелетучего углерода в исходной шихте (перед ее подачей в печь) в зависимости от состава и с учетом физико-химических свойств углеродистых восстановителей;
- определение оптимальных параметров подготовки шихты из мелкофракционных сырьевых материалов для плавки в РТП способом окомкования;
- разработка методики оценки распределения примесей в карботермическом процессе;
- разработка методики термодинамического анализа (на основе компьютерного построения диаграмм плавкости трехкомпонентных систем) механизма формирования эвтектических примесных включений в шлаке и кремнии

Список литературы

1. Виды рафинирования кремния Попов А.А. 1, Бельский С.С. 2 Переработка природного и техногенного сырья. Сборник научных трудов студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых Института металлургии и химической технологии им. С.Б. Леонова. – Иркутск: Изд-во ИРНТУ, 2016. с.46
2. Технологический регламент по производству технического кремния ТОО «Tau-KenTemir»
3. *Черняховский Л.В., Немчинова Н.В., Клёц В.Э.* Применение окускования компонентов шихты при выплавке кремния // Материалы Междунар. науч.-техн. конф. молодых специалистов и ученых алюминиевой, магниевой и электродной промышленности (22-24 нояб. 1999 г., Санкт-Петербург). СПб, 1999. С. 48-49.
4. Оптимизация процесса карботермического получения кремния в электродуговых печах Л.В. Черняховский, М.Н. Рыбина. Переработка природного и техногенного сырья. Иркутск: Издво ИРНТУ, 2016. с.189
5. *Архипов С.В., Тупицына А.А., Катков О.М., Руш Е.А., Седых И.М.* - Под ред. Каткова О.М. Иркутск: Кремний, 1999. — 244 с.: ил
6. Физико-химическое моделирование карботермического получения кремния высокой чистоты / Немчинова Н.В., Клёц В.Э., Вельский С.С. [и др.] // Современные проблемы науки и образования. М.: Академия естествознания, 2007. URL: <http://www.science-education.ru/download/2007/03/08.pdf>. (дата обращения: 06.11.2008).
7. *Немчинова Н.В., Клёц В.Э.* Оптимизация карботермического процесса получения кремния в электродуговых печах // Цветные металлы. 2010. № 3. С. 98-102.
8. *Nemchinova N., Kloytz V.* Thermodynamic modeling of silicon smelting to improve its quality //Silicon for the Chemical and Solar Industry IX: proc. of the

Intern. Scientific conf. (23-26 June 2008, Oslo -Nonvay). Trondheim, 2008. P. 25-36.

9. Катков О.М. Выплавка технического кремния : учеб. пособие / под ред. О.М. Каткова. – 2-е изд. – Иркутск : Изд-во ИрГТУ, 1999. – 243 с.

10. Карпов И.К. Физико-химическое моделирование на ЭВМ в геохимии / под общ. ред. И.К. Карпова. – Новосибирск : Наука, 1981. – 247 с.

11. Электротермическое оборудование: Справочник / Под общ. ред. А.П. Альтгаузена, М. Я. Смелянского, М. С. Шевцова. М.: Энергия, 1967. – 448 с.

References

1. Vidy rafinirovaniya kremniya Popov A.A. 1, Bel'skij S.S. 2 Pererabotka prirodnogo i tekhnogennogo syr'ya. Sbornik nauchnyh trudov studentov, magistrantov, aspirantov i molodyh uchenykh Instituta metallurgii i himicheskoy tekhnologii im. S.B. Leonova. – Irkutsk: Izd-vo IRNITU, 2016. s.46

2. Tekhnologicheskij reglament po proizvodstvu tekhnicheskogo kremniya TOO «Tau-KenTemir»

3. Chernyahovskij L.V., Nemchinova N.V., Klyoc V.E. Primenenie okuskovaniya komponentov shihty pri vyplavke kremniya // Materialy Mezhdunar. nauch.-tekhn. konf. molodyh specialistov i uchenykh alyuminievoj, magnievoj i elektrodnoj promyshlennosti (22-24 noyab. 1999 g., Sankt-Peterburg). SPb, 1999. S. 48-49.

4. Optimizatsiya processa karbotermicheskogo polucheniya kremniya v elektrodugovykh pechah L.V. Chernyahovskij , M.N. Rybina. Pererabotka prirodnogo i tekhnogennogo syr'ya. Irkutsk: Izdvo IRNITU, 2016. s.189

5. Arhipov S.V., Tupitsyn A.A., Katkov O.M., Rush E.A., Sedyh I.M. - Pod. red. Katkova O.M. Irkutsk: Kremnij, 1999. — 244 s.: il.

6. Fiziko-himicheskoe modelirovanie karbotermicheskogo polucheniya kremniya vysokoy chistoty / Nemchinova N.V., Klyoc V.E., Vel'skij S.S. [i dr.] // Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya. M.: Akademiya estestvoznaniya, 2007. URL: <http://www.science-education.ru/download /2007/03 /08.pdf>. (data obrashcheniya: 06.11.2008).

7. Nemchinova N.V., Klyoc V.E. Optimizatsiya karbotermicheskogo processa polucheniya kremniya v elektrodugovykh pechah // Cvetnye metally. 2010. № 3. S. 98-102.

8. Nemchinova N., Kloytz V. Thermodynamic modeling of silicon smelting to improve its quality // Silicon for the Chemical and Solar Industry IX: proc. of the Intern. Scientific conf. (23-26 June 2008, Oslo -Nonvay). Trondheim, 2008. P. 25-36.

9. Katkov O.M. Vyplavka tekhnicheskogo kremniya : ucheb. posobie / pod red. O.M. Katkova. – 2-е изд. – Иркутск : Изд-во IrGTU, 1999. – 243 с.

10. Карпов И.К. Физико-химическое моделирование на ЭВМ в геохимии / под обшch. ред. И.К. Карпова. – Новосибирск : Наука, 1981. – 247 с.

11. Elektrotermicheskoe oborudovanie: Spravochnik / Pod obshch. red. A.P. Al'tgauzena, M. Ya. Smelyanskogo, M. S. Shevcova. M.: Energiya, 1967. – 448 с.

Дантаева А.З.¹, Ибраев М.Б.¹, Сұлтамұрат Г.И.²

¹Қарағанды мемлекеттік техникалық университеті, Қарағанды қ., Қазақстан,

²Бәйішев атындағы университет, Ақтөбе қ., Қазақстан

МЕТАЛЛУРГИЯЛЫҚ КРЕМНИЙ ӨНДІРУ ПРОЦЕСІНДЕ ШИХТА КОМПОНЕНТТЕРІ АРАСЫНДАҒЫ ӨЗАРА ӘРЕКЕТТІ ТЕРМОДИНАМИКАЛЫҚ ТАЛДАУЫ

Түйіндеме. Қалпына келтіру процесінің теориялық негіздері және доғалы электр пештерде кремний балқыту технологиясы қарастырылған. Термодинамиканы, реакция кинетикасын және балқу процесінің механизмдерін зерттеу нәтижелері келтірілген. Өндіріс мәселелері: шикізат өнімін дайындау, балқыту, қайта өңдеу және газдан тазарту. Көміртекті процестің физикалық-химиялық модельдері әзірленді, ұсынылды және өнеркәсіптік жағдайда сыналды (ЖШС «Тау-Кен-Темір»). Бұл балқытудың көрсетілген технологиялық параметрлерінің (химиялық құрамы мен шикізат компоненттерінің жүктеме коэффициенттері, температура) кремнийдің қалпына келуіне және сортына әсерін бағалауға мүмкіндік берді. Негізгі материалды алу үшін кенді-термиялық пештерде (РТП) балқыту арқылы алынған металлургиялық сұрыпты кремний қолданылады. Осыған байланысты кремнийдің сапасын (химиялық тазалығын) жақсарту жолдарын және зерттеудің осы кезеңінде оған қол жеткізу әдістері - кремний өндірудің карботермиялық процесін модельдеуден тұратын зерттеудің мақсаты айқындалды. Мақалада пештегі кремнийді қалпына келтірудің негізгі механизмі сипатталған, пештің конструкцияларының бірі және кремний өндірісінің технологиялық схемасы берілген. Автор HSC Chemistry бағдарламалық пакетін қолдана отырып, RTP-де металлургиялық кремний өндіру процесін зерделеуді ұсынды, металлургиялық кремний өндірудің технологиялық процесін толық сипаттайтын RTP-де кремний балқыту моделі құрылды.

Түйінді сөздер: кварц, кремний карбиді, зарядты балқыту режимі, кен термиялық пеші, термодинамикалық модельдеу, Гиббс энергиясы, металлургиялық кремний

• • •

Dantayeva A.Z.¹, Ibrayev M.B.¹, Sultamurat G.I.²

¹Karaganda State Technical University, Karaganda c., Kazakhstan,

²Baishev University, Aktobe c., Kazakhstan

THERMODYNAMIC ANALYSIS OF INTERACTIONS BETWEEN BARCH COMPONENTS DURING THE PROCESS OF METALLURGICAL SILICON PRODUCTION

Abstract. The theoretical foundations of the recovery process and the technology of silicon smelting in electric arc furnaces are considered. The results of a study of thermodynamics, reaction kinetics, and mechanisms of the melting process are presented. Production issues are covered: charge preparation, smelting, refining, gas purification. Physicochemical models of the carbothermal process were developed, proposed and tested under industrial conditions (Tau-Ken-Temir LLP), which

made it possible to assess the influence of the specified technological parameters of the smelting (chemical composition and loading coefficients of charge components, temperature) on silicon recovery and grade. To obtain the base material, metallurgical grade silicon is used, obtained by melting in ore-thermal furnaces (RTP). In this regard, the research goal is determined, which consists in studying ways to improve the quality (chemical purity) of silicon, and methods for achieving it at this stage of the study - modeling the carbothermal process for producing silicon. The article describes the main mechanism for the recovery of silica in the furnace, presents one of the designs of the furnace and the technological scheme for the production of silicon. The author suggested studying the process of producing metallurgical silicon in RTP using the HSC Chemistry software package. A model of silicon smelting in RTP was formed, which adequately describes the technological process for producing metallurgical silicon.

Key words: quartz, charcoal, silicon carbide, silica, ore-thermal furnace, thermodynamics, Gibbs energy.

Сведения об авторах

Дантаева Актілек Заманбекқызы – магистрант технических наук, кафедры НТМ, Карагандинский государственный технический университет, г. Караганда, Казахстан, akoos96@mail.ru

Ибраев Мейірбек Бердалиұлы - магистрант технических наук, кафедра НТМ, работает на заводе ферросплавов YDD Corporation, г. Караганда, Казахстан

Сұлтамұрат Гүлмира Изатуллаевна – кандидат технических наук, доцент, кафедра НТМ Карагандинский государственный технический университет, г. Караганда, Казахстан

Авторлар туралы мәліметтер

Дантаева Актілек Заманбекқызы – техника ғылымдары кафедрасының магистранты, НТМ Қарағанды мемлекеттік техникалық университеті, Қараганда қ., Қазақстан

Ибраев Мейірбек Бердалиұлы – техника ғылымдарының магистранты, кафедра, НТМ YDD корпорациясының ферроқорытпа зауытында жұмыс істейді, Қараганда қ., Қазақстан

Сұлтамұрат Гүлмира Изатуллақызы – техника ғылымдарының кандидаты, кафедра доценті. НТМ Қарағанды мемлекеттік техникалық университеті, Қараганда қ., Қазақстан

Information about the authors

Dantaeva Aktilek Zamanbekkyzy - master's student of technical sciences department. NTM Karaganda State Technical University, Karaganda c., Kazakhstan.

Ibraev Meirbek Berdaliuly - master's student of technical sciences, department. NTM working at the ferroalloy plant of YDD Corporation, Karaganda c., Kazakhstan

Sultamurat Gulmira Izatullaevna – candidate of technical sciences, associate professor of the department. NTM Karaganda State Technical University, Karaganda c., Kazakhstan

Велямов М.Т.¹, Велямов Ш.М.¹, Бакытжан Т.Н.¹

¹Қазақ қайта өңдеу және тағам өнеркәсіптері ғылыми зерттеу институты. Алматы қ., Қазақстан

ҚАЗАҚСТАНДАҒЫ СПОРТТЫҚ ТАМАҚТАНУҒА АРНАЛҒАН ПРОТЕИНДІ ВИТАМИНДІРІЛГЕН ЖАҢА РЕЦЕПТЕРДІ ӨЗІРЛЕУДІҢ ӨЗЕКТІЛІГІ

Түйіндемe: Спорттық тамақтанудың ерекшелігі - адам физикалық белсенділіктен кейін денені қалпына келтіру үшін әртүрлі көмірсулар, ақуыздар мен өсімдік негізіндегі сусындарды пайдаланады. Қазіргі уақытта ТМД елдерінің, оның ішінде біздің еліміздің спорттық тамақтану нарығында басқа елдердің өнімдері 95%-дан асады. Осыған байланысты спорттық өнімдердің бағасы өте қымбат. Демек, өсімдік шикізаты негізінде ағзаға жоғары сіңімді ақуыз өнімдері бар спорттық тамақтану өнімдерін әзірлеу өте өзекті. Сонымен қатар, бұршақ дақылдарының, атап айтқанда олардың бұршақ пен сояның негізінде аталған өнімдерді әзірлеу ең қолайлы нұсқа болып табылады. Сонымен қатар, бұршақ протеинін бұлшықет массасын қалыптастыру үшін қолдануға болады. Оның құрамындағы L-Аргининнің жоғары деңгейіне байланысты ақуыз өсуді, метаболизмді және бұлшықет массасын реттеуге қатысатын адамның өсу гормонының секрециясын ынталандырады. Бұл мақалада Қазақстанда спорттық тамақтану үшін ақуызды - витаминделген өнімдердің жаңа рецептураларын әзірлеудің өзектілігі туралы материалдар ұсынылған.

Түйінді сөздер: спорттық тамақтану, ақуыздардың ферментативті гидролизаттары, ақуызды байытылған концентраттар, бұршақ.

Кіріспе: Спорттық тамақтану үшін адам баласының денсаулығына зиян келтірмей өзіндік табиғи жолмен қалпына келтіру қажеттілігі қазіргі уақытта басты назардағы жұмыстың негізі болып отыр. Жоғарыда айтылғандарға байланысты бұл жұмыстың негізгі мақсаты бұршақ ақуызының гидролизатын қолдану негізінде спорттық және күнделікті тамақтануға арналған жеңіл сіңімді ақуызды - байытылған өнімдердің ассортиментін кеңейту болып табылады. Сонымен қатар бұл мақалада осы жаңа тұтынушылық өнімді өндіру негізіндегі жаңа құрамдар мен рецептілердің жасалу ерекшеліктері мен өзгешеліктері туралы жөнеде жасалу кезіндегі аспектілері туралы қарастырылады.

Зертеу жұмысының мақсаты: Жұмыстың негізгі мақсаты өсімдік шикізатын, атап айтқанда бұршақ ақуызының гидролизатын пайдалана отырып, концентраттар өндірудің инновациялық технологиясын әзірлеу негізінде спорттық және күнделікті тамақтануға арналған жеңіл сіңімді ақуызды - байытылған өнімдердің ассортиментін кеңейту болып табылады.

Зерттеу әдістері: Жұмыста стандартты зерттеу әдістері қолданылды - жалпы қабылданған физика-химиялық, биохимиялық, токсикологиялық және микробиологиялық зерттеулер. Барлығы қажетті жағдайларға байланысты жоғары деңгейде жүргізілетін болады. Өндіріске арналған шикізат келесі компоненттер болып табылады: сүт сарысуы, соя, сүт, фруктоза, декстроза, мальтодекстрин - көмірсулар коктейльдерінің көпшілігінде болатын баяу көмірсулар, өсімдік сығындыларынан және басқа шикізаттардан алынған дәрумендер мен минералдар. Өнімнің құрамында қант алмастырғыштар, бояғыштар мен хош иістер аз мөлшерде болуы мүмкін, бұл өнімге жағымды дәм береді. Спорттық тағамдар мен қоспаларды тұтынудың қауіпсіздігі тек қоспалардың сапасына ғана емес, сонымен қатар оларды қолдану мөлшеріне де байланысты. Ақуызды-байытылған концентраттардың жаңа формулаларын әзірлеу кезінде біз көрсеткенге сүйене отырып, спорттық тамақтануға арналған өсімдік шикізаты негізінде біз өсімдік шикізатын терең өңдеудің тиімді технологиясын, атап айтқанда, бұлшықет массасын қалыптастыру үшін қолдануға болатын жоғары сіңімді өсімдік ақуызының көзі болып табылатын бұршақ ферментативті гидролизатын алу технологиясын жасауға назар аудардық - құрамындағы L-Аргининнің жоғары деңгейіне байланысты ақуыз өсуді реттеуге және ағзадағы бұлшықет массасының метаболизміне белсенді қатысатын адамның өсу гормонының секрециясын ынталандырады; салмақты түзетуге қолайлы қатысады-ақуыз аштық сезімін

тудыратын гормон-грелин деңгейін төмендетуге көмектеседі; жүрек - қан тамырлары ауруларының алдын алуда-пайдалы қабыну реакцияларының төмендеуінде систолалық және диастолалық қысымның тепе-теңдігіне әсер етеді; организмнен токсиндер мен токсиндерді шығаруда; қандағы қант деңгейін қалыпқа келтіруде-ақуыз қант диабетінің жалпы белгілерін азайтуға көмектеседі: шаршау, шөлдеу және қажетсіз дене салмағын жоғалту кезінде сезімді тұрақтандырады. Витаминделген компонент ретінде фито-қоректік заттар мен дәрумендерге бай - лимон мен итмұрын таңдалады, сонымен бірге бұл шикізатты өңдеу витаминдер кешенін барынша сақтау үшін жұмсақ температуралық режимдерде жүзеге асырылады.

Салмақ түзету-ақуыз аштық сезімін тудыратын гормон-грелин деңгейін төмендетуге көмектеседі; жүрек-қан тамырлары ауруларының алдын алу-систолалық және диастолалық қысымды теңестіруге пайдалы әсер етеді, қабыну реакцияларын азайтады; ағзадан токсиндер мен токсиндерді кетіру; қандағы қантты қалыпқа келтіру - ақуыз қант диабетінің жалпы белгілерін азайтуға көмектеседі: шаршау, шөлдеудің жоғарылауы, жараның баяу жазылуы және қажетсіз салмақ жоғалту. Сонымен қатар, жобаның негізгі идеясы ақуызды-байытылған концентратты құру болып табылады, егер бұршақ гидролизаты концентраттың ақуыз компоненті болса, онда фитонутриенттер мен дәрумендерге бай - лимон мен итмұрын, априори дәрумендер кешенін барынша сақтау үшін осы шикізатты өңдеу жұмсақ температуралық режимдерде жүзеге асырылады.

Белокты-витаминделген концентраттарды дайындау технологиясын әзірлеу кезінде спорттық тамақтану үшін өсімдік шикізаты негізінде а / ш шикізатын терең өңдеудің биотехнологиялық тәсілдері пайдаланылатын болады, табиғи компоненттерден оңтайлы формулалар пысықталатын болады, сондай-ақ осы ингредиенттерді өңдеудің жұмсақ тәсілдері ұсынылатын болады. Бұған дейін Қазақстанда спорттық тамақтануға арналған ұқсас өнімдер әзірленбеген және жаңа болып табылады.

Спорттық тамақтану өнімдерінің ассортиментін кеңейту үшін өсімдік шикізаты негізінде ақуызды-байытылған концентраттарды өндірудің тиімді технологиясын әзірлеу және стандарттарын жасау.

Ақуызды-витаминделген концентраттарды жасау үшін пайдаланылған ақуыз-витаминделген концентраттардың, өсімдік компоненттерінің (бұршақ, лимон, итмұрын) жаңа рецептерін жасау үшін таңдалған физика-химиялық көрсеткіштерді зерттеу:

1. Спорттық тамақтану үшін өсімдік шикізаты негізінде ақуызды-витаминделген концентраттарды өндірудің оңтайлы рецептуралары мен технологияларын әзірлеу;

2. Дайын өнімнің физикалық-химиялық көрсеткіштерін, тағамдық құндылығы мен қауіпсіздігін (микробиологиялық, токсикологиялық көрсеткіштер және т. б.) зерттеу;

3. Спорттық тамақтану үшін белокты - витаминделген концентраттарды дайындау технологиясын практикаға енгізу үшін нормативтік-техникалық құжаттаманы әзірлеу қажет.

Жер шары халқының жылдам өсуі, сондай-ақ оны ақуызды тағаммен қамтамасыз етуді айтарлықтай жақсарту қажеттілігі жоғары сапалы ақуыз тағамдарының өндірісін айтарлықтай арттыру қажеттілігін тудырады. Белоктар жер бетіндегі барлық тірі организмдердің өмір сүруінің маңызды құрамдас бөлігі болып табылады. Біз бөріміз ақуыз организмдеріміз. Ақуыздар дененің барлық тіндерінің құрамдас бөлігі, қаңқа бұлшықетінің жиырылу жүйесінің бөлігі болғандықтан, ДНҚ құрамы болып табылады және генетикалық ақпаратты тасымалдайды. Ақуыз-кез-келген тірі организмнің негізгі құрылыс материалы. Олар барлық органдар мен тіндердің функционалдық және құрылымдық тұтастығын сақтай отырып, үнемі қозғалыста, және жаңарып отырады.

Адам өмірінің 70 жылында адам орта есеппен 2,5 тоннаға дейін ақуыз жеуі керек. Мәселе мынада, осы уақыт аралығында адам ағзасының ақуыздары 200 рет толығымен жаңарады. Денедегі ерекше рөлді мыңнан астам фермент ақуыздары атқарады. Олар организмдегі биохимиялық реакцияларды миллиондаған, тіпті миллиардтаған рет жылдамдатады, мембраналарды, бұлшықеттердің жиырылғыш элементтерін, дәнекер және сүйек тіндерін құруға қатысатын құрылымдық рөл атқарады. Ақуыздардың тасымалдау функциясы қанмен әртүрлі заттардың тіндерге (оттегі, липидтер және т.б.) тасымалдануын қамтамасыз етеді. Арнайы типтегі ақуыздардың (иммуноглобулиндер) қорғаныс функциясы иммунитетті қамтамасыз етеді. Егер тағам көмірсулар мен майлармен, әсіресе ашығу кезінде таусылса, ақуыздар қоректік заттар мен энергия көзі ретінде де қызмет етеді. Азық - түліктегі ақуыздың жетіспеушілігі денсаулықтың ауыр бұзылуларының дамуындағы шешуші фактор болып табылады: алиментарлы дистрофия, өсудің баяулауы, дене салмағының төмендеуі және т.б. спортшылардың күнделікті екі және үш рет жаттығуы, жарыс кезінде жоғары жүйке кернеуі, иммундық жүйенің белсенділігінің төмен-

деуі, жарыс кезінде ауа-райының қолайсыздығы ақуыз алмасуының күшеюіне әкеледі. Бұл жағдайда спортшылардың ағзасының ақуызға деген қажеттілігі нормадан екі есе артуы мүмкін. Ақуыздың негізгі тағамдарын және олардың тағамдық құндылығын білу маңызды. Шығарылатын ақуыздың зиянсыздығын зерттеуді жоспарлау үшін шикізаттың бастапқы түрі үлкен маңызға ие. Органолептикалық және физика-химиялық қасиеттер арасындағы байланыс үлкен рөл атқарады.

Азық-түлік ақуызын өндіру технологиясының негізгі міндеттері-оны шикізаттан минималды шығындармен максималды өнімділікпен алу. Тағамдық ақуыздар ақуыздың құрамы (шамамен 50%, 70% - дан 75% - ға дейін және 90% және одан жоғары) және оның фракциялық құрамы бойынша ерекшеленетін тағамның үш негізгі түрі ретінде шығарылады. Ақуыз концентраттары мен изоляттары толығымен дерлік тағамдық мақсатта қолданылады. Оқшауланған түрдегі ақуыздың әлеуетті көздері соя бұршақтары, дәмді дақылдар тұқымдары, сондай-ақ асқабақ, бұршақ және т. б. болуы мүмкін. Дәмді және бұршақты дақылдардың тұқымынан ақуыздарды бөліп алудың орындылығы және оларды кейіннен тамақ өндірісінде қолдану технологиялық қажеттіліктермен анықталады.

Тағамдық ақуызды оқшаулау және өңдеу процесінде бақыланбайтын ферментативті гидролитикалық және гидролитикалық емес өзгерістер байқалады. Ең көп тарағандары-кейбір маңызды аминқышқылдарының қалдықтарының тотығуы, лизиннің қанттармен әрекеттесуі немесе қыздырылған кезде ақуыздың карбоксил топтары. Мәселен, мысалы, күнбағыс ақуызын оқшаулау кезінде полифенол қосылыстарымен өзара әрекеттесу нәтижесінде биологиялық қол жетімді лизиннің төмендеуі байқалады.

Осылайша, ақуыз заттарына технологиялық әсердің әсерін жалпылама түрде келесідей сипаттауға болады: а) ақуыздардың жылу зақымдану дәрежесі әсер ету уақытына тура пропорционал; б) ілеспе заттардың болуы – көмірсуларды, липидтерді қалпына келтіретін-күрделі қосылыстардың түзілуіне байланысты ақуыздардың термиялық зақымдану дәрежесін арттырады; в) ақуыз жүйелері айтарлықтай мөлшерде денатурациялық өзгерістерге ұшырамайды олардағы ылғал; г) өсімдік тектес ақуыздардың биологиялық құндылығы қарқынды термиялық өңдеу кезінде төмендейді. 70 °С тан 80 °С қа дейінгі термиялық өңдеу көп жағдайда биологиялық құндылықтың жоғарылауына ықпал етеді.

Көптеген спорттық тамақ өндірушілер өз өнімдерінің құрамына соя қосады. Мұның көптеген себептері бар: ақуыздың бұл түрінің арзан-

дығы, сақтау мен пайдаланудың қарапайымдылығы, басқа жоғары технологиялық ингредиенттерді үнемдеу. Соя протеинінде маңызды аминқышқылдарының барлық қажетті жиынтығы бар; аргинин мен глутамин де өте көп. Сондай-ақ, соя құрамында спортшының ағзасына қажетті дәрумендер мен минералдар бар: Е дәрумені, В дәрумендерінің барлық кешені, калий, мырыш, темір, фосфор.

Бірқатар зерттеулерге сәйкес, со күнделікті рационына соя протеинінің көп немесе аз мөлшерін қосу (күніне 15 г-нан жоғары) эндокриндік жүйенің дұрыс жұмыс істемеуіне әкеледі, нәтижесінде: ағзаның суды ұстап қалуының жоғарылауы; әйел типі бойынша майлардың тез тұндырылуы(негізінен іш аймағында және жамбаста); деңгейдің төмендеуі қандағы тестостерон. Бұл фитоэстрогендер класына жататын және соя протеинінің изолят құрамындағы изофлавоноидтардың эстрогендік рецепторларды белсендіру қабілетіне ие болуына байланысты. Рас, олар бұл рецепторларды, мысалы, эстрадиолға қарағанда әлдеқайда нашар тұрақтандырады, бірақ бұл жоғарыда аталған жағымсыз құбылыстарды тудыру үшін жеткілікті. Бірқатар зерттеушілер сояны ұзақ уақыт жеу қалқанша безінің дұрыс жұмыс істемеуіне – гипотиреозға әкеледі деп болжайды. Көбінесе мұндай организмдегі өзгерістер ер адамдарға тән болып келеді.

Спорттық тамақ өнімдерін өндірудің негізгі ақуыз құрылымы-толық сүт ақуызы. Ақуыз фракциясының әртүрлі формаларында: казеин және сарысу ақуызы. Бұл сүт ақуызы болғандықтан, ақуыздан кейін аминқышқылдарының профилі мен биологиялық құндылығы бойынша ақуыздың ең теңдестірілген түрі. Казеин мен Сарысудың негізгі және негізгі айырмашылығы-ақуыздың сіңу жылдамдығы. Казеин-жоғары молекулалы ақуыз фракциясы, оның сіңу жылдамдығы шамамен алты-жеті сағатқа тең. Сарысу, керісінше, төмен молекулалы ақуыз фракциясы болып табылады және осы себепті оның сіңу жылдамдығы айтарлықтай аз. Сондықтан өсімдік ақуызын ассимиляция жылдамдығы төмен және биологиялық құндылығы жоғары спорттық тағам өнімдерінің бөлігі ретінде пайдалану өте маңызды.

Қорытынды: Зерттеу жұмысының нәтижесі ретінде спорттық тамақтану үшін арналған өсімдік шикізаты негізінде ақуыз-витаминді концентраттардың ерекшеліктерін ескере отырып жаңа, табиғи өнім өндіру болып табылады.

Зерттеулерді қаржыландыру көзі:

Материалдар 267 «Білім мен ғылыми зерттеулердің қолжетімділігін арттыру» бюджеттік бағдарламасының «Ауыл шаруашылығы

Өсімдік шаруашылығы өнімі мен шикізатын қайта өңдеу және сақтау жөніндегі инновациялық технологияларды әзірлеу» BR 22886613 ғылыми-техникалық бағдарламасы шеңберінде «Спорттық тамақтануға арналған өсімдік шикізаты негізінде ақуызды-витамиindelген концентраттарды дайындау технологиясын әзірлеу» жобасын орындау шеңберінде дайындалды. Қазақстан Республикасы Ауыл шаруашылығы министрлігінің 2024-2026 жылдарға арналған ғылыми зерттеулер мен іс-шараларды бағдарламалық-нысаналы қаржыландыру шеңберінде.

Әдебиеттер

1. *Ротач И.* Спортивное питание и добавки: все о пользе и вреде. Рубрика тренировка в фитнес-клубе, 2024 г. // Подробнее на РБК: <https://sportrbc.ru/news/63c656e99a79472ec8fe8b82?from=copy#p4>.
2. *Ходырева З.Р.* Перспективы использования белков растительного и животного происхождения в составе продуктов спортивного питания Ползуновский вестник №4 2013 - С.165-167.
3. *Вайз Елена.* Худеем с легкостью. Здоровое питание. Генетическая диета (комплект из 3 книг) / Елена Вайз, Рудигер Дальке, Памела Макдональд. - М.: ИГ «Весь», 2011. С. 35-37.
4. *Клейнер С.* Спортивное питание победителей / С. Клейнер. - М.: Эксмо, 2017. С.99-100.
5. *Круглов В.* Энциклопедия правильного питания / В. Круглов. - М.: Феникс, 2006. С. 22-26.
6. *Штерман Сергей Валерьевич.* Продукты спортивного питания / Штерман Сергей Валерьевич. - М.: Столица, 2017. – С. 78
7. Функциональные продукты питания: учеб. пособие / Р. А. Зайнуллин [и др.]. - Москва: КноРус, 2020. – С.235-237.
8. *Талабко С.* Правильное питание - для всех / С. Талабко // Общепит: бизнес и искусство. - 2020. - № 8. - С. 54-57.
9. *Соловей И.Г.* Лучшая книга о питании / И. Г. Соловей. - Минск: Книжный Дом, 2008. – С.10-12.
10. *Линич Е.П.* Функциональное питание: учеб. пособие / Е. П. Линич, Э. Э. Сафонова. - Санкт-Петербург; Москва; Краснодар: Лань, 2018. – С. 96.

References

1. *Rotach I.* Sportivnoe pitanie i dobavki: vse o pol'ze i vrede. Rubrika trenirovka v fitnes-klube, 2024 g. // Podrobnee na RBK: <https://sportrbc.ru/news/63c656e99a79472ec8fe8b82?from=copy#p4>.
2. *Hodyreva Z.R.* Perspektivy ispol'zovaniya belkov rastitel'nogo i zhivotnogo proiskhozhdeniya v sostave produktov sportivnogo pitaniya Polzunovskij vestnik №4 2013 - S.165-167.
3. *Vajz, Elena.* Hudeem s legkost'yu. Zdorovoe pitanie. Geneticheskaya dieta (komplekt iz 3 knig) / Elena Vajz, Rudiger Dal'ke , Pamela Makdonal'd. - M.: IG «Ves'», 2011. S. 35-37.
4. *Klejner S.* Sportivnoe pitanie pobeditelej / S. Klejner. - M.: Eksmo, 2017. S.99-100.
5. *Kruglov V.* Enciklopediya pravil'nogo pitaniya / V. Kruglov. - M.: Feniks, 2006. S. 22-26.
6. *Shterman, Sergej Valer'evich* Produkty sportivnogo pitaniya / Shterman Sergej Valer'evich. - M.: Stolica, 2017. – S. 78.
7. *Funkcional'nye produkty pitaniya : ucheb. posobie / R. A. Zajnullin [i dr.].* - Moskva : KnoRus, 2020. – S.235-237.
8. *Talabko S.* Pravil'noe pitanie - dlya vsekh / S. Talabko // Obshchepit: biznes i iskusstvo. - 2020. - № 8. - S. 54-57.
9. *Solovej I.G.* Luchshaya kniga o pitanii / I. G. Solovej. - Minsk: Knizhnyj Dom, 2008. – S.10-12.
10. *Linich E.P.* Funkcional'noe pitanie: ucheb. posobie / E. P. Linich, E. E. Safonova. - Sankt-Peterburg; Moskva; Krasnodar: Lan', 2018. – S. 96.

Велямов М.Т., Велямов Ш.М., Бакытжан Т.Н.

Казахский научно-исследовательский институт перерабатывающей и пищевой промышленности, Казахстан, г. Алматы.

АКТУАЛЬНОСТЬ РАЗРАБОТКИ НОВЫХ РЕЦЕПТУР БЕЛКОВО-ВИТАМИНИЗИРОВАННЫХ ПРОДУКТОВ ДЛЯ СПОРТИВНОГО ПИТАНИЯ В КАЗАХСТАНЕ

Аннотация. Специфика спортивного питания заключается в том, что человек использует различные углеводные, белковые и растительные напитки для восстановления организма после физической активности. В настоящее время на рынке спортивного питания стран СНГ, в том числе нашей страны, продукция из других стран составляет более 95%. Из-за этого цены на спортивные продукты весьма дорогие. Следовательно, разработка продуктов по спортивному питанию, с содержанием высоко усваиваемых белковых продуктов для организма, на основе растительного сырья является весьма

актуальным. При этом, разработка указанных продуктов на основе бобовых культур, в частности, их гороха и сои, является наиболее приемлемым. Кроме того, гороховый белок можно использовать для наращивания мышечной массы - из-за высокого уровня содержащегося в нем L-аргинина белок стимулирует секрецию гормона роста человека, который участвует в регуляции роста, метаболизма и мышечной массы. В данной статье представлены материалы по актуальности разработки новых рецептур белково - витаминизированных продуктов для спортивного питания в Казахстане.

Ключевые слова: спортивное питание, ферментативные гидролизаты белков, белково-витаминизированные концентраты, горох.

• • •

Velyamov M.T., Velyamov Sh.M., Bakytzhan T.N.

Kazakh Research Institute of Processing and food industry, Almaty c., Kazakhstan.

THE REVELANCE OF THE DEVELOPMENT OF NEW RECIPLES OF PROTEIN-VITAMINIZED PRODUCTS FOR SPORTS NUTRITION IN KAZAKHSTAN

Annotation. The specificity of sports nutrition lies in the fact that a person uses various carbohydrate, protein and vegetable drinks to restore the body after physical activity. Currently, in the sports nutrition market of the CIS countries, including our country, products from other countries account for more than 95%. Because of this, the prices of sports products are very expensive. Therefore, the development of sports nutrition products containing highly digestible protein products for the body based on plant raw materials is very relevant. At the same time, the development of these products based on legumes, in particular, their peas and soybeans, is the most acceptable. In addition, pea protein can be used to build muscle mass - due to the high level of L-arginine contained in it, the protein stimulates the secretion of human growth hormone, which is involved in the regulation of growth, metabolism and muscle mass. This article presents materials on the relevance of the development of new formulations of protein - fortified products for sports nutrition in Kazakhstan.

Keywords: sports nutrition, enzymatic hydrolysates of proteins, protein-fortified concentrates, peas.

Авторлар туралы мәліметтер

Велямов Масимжан Турсунович - биология ғылымдарының докторы, профессор, биотехнология және тағам қауіпсіздігі сапасы зертхана меңгерушісі, «Қазақ қайта өңдеу және тағам өнеркәсіптері ғылыми зерттеу институты» ЖШС, Қазақстан, Алматы қ., e-mail: vmasim58@mail.ru

Велямов Шухрат Масимжанович - PhD, биотехнология және тағам қауіп-

сіздігің сапасы зертханасының аға ғылыми қызметкері, «Қазақ қайта өңдеу және тағам өнеркәсіптері ғылыми зерттеу институты» ЖШС, Қазақстан, Алматы қ., e-mail: v_shukhrat@mail.ru

Бакытжан Тұрар Нуртуғанұлы - магистр, биотехнология және тағам қауіпсіздігің сапасы зертханасының ғылыми қызметкері, «Қазақ қайта өңдеу және тағам өнеркәсіптері ғылыми зерттеу институты» ЖШС, Қазақстан, Алматы қ., e-mail: nurtuganuly.t@mail.ru

Сведения об авторах

Велямов Масимжан Турсунович - доктор биологических наук, профессор, заведующий лабораторией биотехнологии, качества и пищевой безопасности, ТОО «Казахский НИИ перерабатывающей и пищевой промышленности», Казахстан, г. Алматы, e-mail: vmasim58@mail.ru

Велямов Шухрат Масимжанович - PhD, старший научный сотрудник лаборатории биотехнологии, качества и пищевой безопасности, ТОО «Казахский НИИ перерабатывающей и пищевой промышленности», Казахстан, г. Алматы, e-mail: v_shukhrat@mail.ru

Бакытжан Турар Нуртағанұлы - магистр, научный сотрудник лаборатории биотехнологии, качества и пищевой безопасности, ТОО «Казахский НИИ перерабатывающей и пищевой промышленности», Казахстан, г. Алматы, e-mail: nurtuganuly.t@mail.ru.

Information about the authors

Velyamov Masimzhan Tursunovich - Doctor of Biological Sciences, Professor, Head of the Laboratory of Biotechnology, Quality and Food Safety, LLP “Kazakh Research Institute of Processing and food industry”, Kazakhstan, Almaty, e-mail: vmasim58@mail.ru

Velyamov Shukhrat Masimzhanovich - PhD, Senior Researcher, Laboratory of Biotechnology, Quality and Food Safety, Kazakh Research Institute of Processing and Food Industry LLP, Kazakhstan, Almaty, e-mail: v_shukhrat@mail.ru

Bakytzhan Turar Nurtaganuly - Researcher of the Laboratory of Biotechnology, Quality and Food Safety, LLP “Kazakh Research Institute of Processing and Food Industry”, Kazakhstan, Almaty c. e-mail: nurtuganuly.t@mail.ru

Steigler C.¹

¹Companies «Atlas Copco», «Leybold», c. Cologne, Germany

VACUUM TECHNOLOGY FOR INCREASED EFFICIENCY, DURABILITY AND HIGHER RESOURCE EFFECTIVITY IN THE FOOD INDUSTRY

Abstract. At the leading trade fair Anuga FoodTec in Cologne, Leybold presents its vacuum technologies for the food processing and packaging industry from. The efficient solutions of the vacuum supplier are used worldwide. In a wide variety of applications, the pumps, systems and measuring devices of this long-established company make a significant contribution to sustainable and competitive products and processes in the food and beverage industry. Key words: vacuum components, food industry, Leybold.

Introduction. Vacuum pump help to accelerate packaging processes At one of Italy's largest producers of meat products near Parma, the installation of a Leybold system has reduced packaging time by around 20 percent. In addition to high vacuum performance, the meat product specialist attaches particular importance to an energy-efficient production process with low service and maintenance costs. The system based on the DRYVAC dry screw pump has been running reliably and without interruption for years, so that the customer was able to devote himself to the core tasks.

Research objects. Global supply chains require more durability in shelf life Efficient, hygienic food processing under vacuum is also becoming increasingly important for other reasons: In the age of global supply chains, the demands on shelf life are increasing. In view of this trend, customized vacuum solutions are essential for the economic efficiency of companies. For decades, Leybold has been manufacturing the technologies for the quality control of packaging. For example, leak tightness is increasingly tested under vacuum because only leak detectors such as the PHOENIX series meet the highest testing standards. Mass spectrom-

eters used in food analysis also make use of the performance of modern, noise-reduced pumps such as the ECODRY plus.

Vacuum improves in-house logistics

For the delivery of raw materials in processing and packaging plants, vacuum is required to handle internal conveying processes. These systems assist in sorting and facilitate the removal of specific risk materials and slaughterhouse by-products for prevention purposes. In this way, the hygienic standards can be effectively ensured. For these applications, too, the system solutions must be energy-efficient, easy to maintain and space-saving. The VACUBE central vacuum system meets these requirements by providing a demand-oriented vacuum for the application process through special speed adjustments. In addition, the Leybold products comply with all guidelines for plant and occupational safety.

Innovative processes in food processing

Vacuum baking offers advantages for plant manufacturers, producers, bakeries and consumers alike: Customers can enjoy fresh bakery products with optimum qualities in appearance and presentation almost around the clock; significant savings are possible in sales and production. Energy consumption and logistics costs are also reduced, supported by the optimized efficiency of the pumps used in these applications, such as the SOGEVAC or DRYVAC. Depending on the design of the plant, process savings of up to 50 percent can be achieved also due to shortest cooling times, significant reductions in storing space, resulting in a clear advantage on food safety.

Benefits for all parties involved

All in all, Leybold's modern vacuum technology opens up an increase in quality and productivity - vacuum pumps such as the CLAWAC offer special product properties especially in the rough vacuum range. The extremely robust design of these pumps allows them to be used in demanding applications; process gases contaminated with dust and vapors can also be handled.

Innovative vacuum technology exploits the potential for improvement in terms of production, infrastructure, staffing, logistics costs and energy consumption. Variable combination options, such as the oil-sealed SOGEVAC and RUVAC pumps with the modern oil-free, dry-compressing DRYVAC pumps offer proven reliability. Appropriate technical concepts that guarantee optimized process stability round off Leybold's product range.

Modern vacuum pumps for Food Packaging and Processing

About Leybold

Leybold is a part of the Atlas Copco's Vacuum Technique Business Area and offers a broad range of advanced vacuum solutions for use in manufacturing and analytical processes, as well as for research purposes. The core capabilities center on the development of application- and customer-specific systems for the creation of vacuums and extraction of processing gases. Fields of application are secondary metallurgy, heat treatment, automotive industry, coating technologies, solar and thin films such as displays, research & development, analytical instruments, as well as classic industrial processes.

About Atlas Copco

Atlas Copco is a world-leading provider of sustainable productivity solutions. The Group serves customers with innovative compressors, vacuum technique and air treatment systems, construction and mining equipment, power tools and assembly systems. Atlas Copco develops products and services focused on productivity, energy efficiency, safety and ergonomics. The company was founded in 1873, is based in Stockholm, Sweden, and has a global reach spanning more than 180 countries. In 2016, Atlas Copco had revenues of 11 Billion Euros and more than 45 000 employees.



Стейглер К.¹

¹Компании «Atlas Copco», «Leybold», с. Кельн, Германия.

ВАКУУМНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ, НАДЕЖНОСТИ И РЕСУРСНОЭФФЕКТИВНОСТИ В ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Аннотация. На ведущей выставке Anuga FoodTec в Кельне компания Leybold представляет свои вакуумные технологии для пищевой и упаковочной промышленности. Эффективные решения поставщика вакуума используются во всем мире. В самых разных областях применения насосы, системы и измерительные приборы этой компании с многолетним опытом работы вносят значительный вклад в создание устойчивых и конкурентоспособных продуктов и процессов в пищевой промышленности и производстве напитков.

Ключевые слова: вакуумные компоненты, пищевая промышленность, Лейболд.

...

Стейглер К.¹

¹«Atlas Copco», компаниясы, «Leybold», б. Кельн, Германия.

ТАҒАМ ӨНДІРІСІНДЕГІ ТИІМДІЛІКТІ, СЕНІМДІЛІКТІ ЖӘНЕ РЕСУРС ТИІМДІЛІГІН АРТТЫРУ ҮШІН ВАКУМДЫҚ ТЕХНОЛОГИЯ

Түйіндеме. Кельндегі Anuga FoodTec жетекші сауда-саттық жәрмеңкесінде Leybold тамақ және орау өнеркәсібіне арналған вакуумдық технологиясын ұсынады. Вакуум жеткізушінің тиімді шешімдері бүкіл әлемде қолданылады. Қолданулардың кең ауқымында компанияның ондаған жылдық тәжірибесі бар сорғылар, жүйелер мен өлшеу құралдары тамақ және сусындар өнеркәсібіндегі тұрақты және бәсекеге қабілетті өнімдер мен процестерге елеулі үлес қосады.

Түйіндеме сөздер: вакуумдық компоненттер, тамақ өнеркәсібі, Лейболд.

Сведения об авторах

Стейглер Кристина – менеджер по связи с общественностью, компания «Leybold», с. Кельн, Германия, christina.steigler@leybold.com

Авторлар туралы мәліметтер

Стейглер Кристина – «Leybold» компаниясының қоғаммен байланыс жөніндегі менеджері, б. Кельн, Германия, christina.steigler@leybold.com

Information about the authors

Steigler Christina – public relations manager, «Leybold» company, p. Cologne, Germany, christina.steigler@leybold.com

Нуралин Б.Н.¹, Джаналиев Е.М.¹

¹Западно-Казахстанский аграрно-технический университет им. Жангир хана, г. Уральск, Казахстан

ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКТИВНО-РЕЖИМНЫХ ПАРАМЕТРОВ СЕПАРИРУЮЩЕГО УСТРОЙСТВА

Аннотация. В Казахстане основу продовольственной безопасности страны составляет животноводческие продукции. Увеличение производства животноводческой продукции невозможно без создания прочной кормовой базы, качественного приготовления кормов, рационального использования и сокращения их потерь. Подготовка грубых стебельных кормов к скармливанию требует измельчения кормоизмельчительными и смесительными машинами для получения сбалансированных кормосмесей. Процесс измельчения осложняется тем, что вместе с грубыми стебельными кормами попадают инородные твердые примеси, которые повреждают режущие органы машин и вызывают длительную остановку всей кормоприготовительной линии, нарушения графика кормления, сокращения привеса и надоя животных. Данные проблемы особую актуальность приобретают в развитии малых ферм с низким уровнем механизации. Разработано устройство для отделения инородных твердых примесей от грубых стебельных кормов, новизна которого подтверждается патентом на изобретение Республики Казахстан. В статье теоретически обоснованы влияния конструктивно-режимных параметров сепарирующего устройства для очистки стебельных кормов от инородных твердых примесей. Для выделения инородных твердых примесей из связанных материалов, какими являются стебельные корма, наиболее эффективны сепараторы с рабочими органами в виде воздушного потока. В сепараторах такого типа для отделения инородных примесей от стебельных кормов используют различие совокупности физико-механических свойств. Такой подход дает возможность добиться более качественной сепарации механическими устройствами и ожидать их развитие в направлении использования возможно большего числа комбинаций отличительных свойств разделяемых компонентов.

Ключевые слова: Грубые стебельные корма, инородные твердые примеси, сепарирующее устройство, эксцентриковый вал

Финансирование: исследование выполнено в Западно-Казахстанском аграрно-техническом университете им. Жангир хана (Республика Казахстан) в рамках плана НИ-ОКР на 2020-2025 гг. «Механизация приготовления и раздачи кормов на ферме КРС».

Введение. Животноводство – важнейшая отрасль сельскохозяйственного производства, поставляющая населению ценнейшие продукты питания, промышленности – необходимое сырье, а растениеводству – органические удобрения. Удельный вес продукции животноводства составляет около половины всей валовой продукции сельского хозяйства, а в районах интенсивного животноводства – более 60 %.

Увеличение производства животноводческой продукции невозможно без создания прочной кормовой базы. Особая роль при этом отводится приготовлению кормов, улучшению качества, рациональному использованию и сокращению их потерь.

В связи с дороговизной концентрированных кормов в рационе крупного рогатого скота сохраняется значительная доля грубых стебельных кормов, которые являются важным источником клетчатки, физиологически необходимой для жвачных животных.

Основной операцией при подготовке грубых стебельных кормов к скармливанию является измельчение, поэтому важная роль в кормоприготовительных операциях отводится кормоизмельчительным и смесительным машинам, которые применяются для получения сбалансированных кормосмесей [1-3].

Процесс измельчения осложняется тем, что вместе с грубыми стебельными кормами в рабочую камеру измельчителей попадают инородные твердые примеси, вследствие чего их режущие органы быстро повреждаются, увеличиваются затраты на приобретение запасных частей и ремонт. Это приводит к выходу из строя измельчителей или к длительной остановке всей кормоприготовительной линии, к нарушению графика кормления, к сокращению привеса и надоя животных. Иногда заостренные мелкие инородные твердые примеси, попадая вместе с кормами в органы пищеварения животных, вызывают у них травматические заболевания, и даже гибель. Хозяйства несут от этого ощутимые экономические потери.

В связи с созданием многоукладной сельскохозяйственной экономики и переходом на новые формы организации труда данные проблемы особую актуальность приобретает в развитии малых ферм с низким уровнем механизации. На этих фермах наименее механизированы процессы кормоприготовления, из-за чего возрастает доля ручного труда, сокращается прирост продукции, высок кормовой травматизм, низка эффективность производства.

Методы исследований. В кормлении крупного рогатого скота широко используются грубые стебельные корма, в частности, солома, которые богаты клетчатками. При кормлении высококалорийными концентрированными кормами, содержащими недостаточное количество клетчатки, нарушается работа пищеварительных органов животных, что приводит к потере массы, ухудшению внешнего вида и снижению иммунитета [4].

Для переваримости и усвояемости питательных веществ кормов широкое распространение приобретает использование в рационах животных кормовых смесей, состоящих из всех видов кормов, имеющих в хозяйстве [5,6]. Научными исследованиями доказано, что при оптимальном соотношении кормов фактическая питательность смеси оказывается на 15...30 % выше расчетной, получаемой от простого суммирования питательности каждого корма, а расход кормов на единицу продукции снижается на 15...20 % [7].

Исследования, проведенные в крестьянских хозяйствах Западно-Казахстанской области, показали, что число поломок кормоприготовительных машин от попадания в рабочие органы инородных твердых примесей составляют 42%, от конструктивных недоработок - 22%, и от неправильной эксплуатации и несвоевременного технического обслуживания машин - 28%. Остальные причины составляют 8 %.

Ущерб, наносимый хозяйствам содержащимися в грубых стебельных кормах инородными твердыми примесями, не ограничивается только простоями машин и их ремонтом. Также очень широк кормовой травматизм у животных от содержащихся в кормах мелких заостренных твердых предметов (кусочки проволоки, гвозди, стекло и др.) [8].

Анализ существующих конструкций сепарирующих устройств показывает, что в настоящее время мало эффективных средств очистки кормов, которые могли бы отделять от кормов всевозможные инородные примеси. Кроме того, применяемые сепарирующие устройства не универсальны по отношению к очищаемым кормам.

Изучение физико-механических свойств разделяемых компонентов показывает, что для очистки стебельных кормов от инородных твердых примесей наиболее эффективными являются устройства, в которых процесс сепарации происходит в результате пневмомеханического воздействия на разделяемые компоненты.

После сравнения преимуществ и недостатков вышеприведенных устройств, а также физико-механических свойств разделяемых ком-

понентов, разработано устройство (рисунок 1) для отделения инородных твердых примесей от грубых стебельных кормов, новизна которого подтверждается патентом на изобретение Республики Казахстан [9].

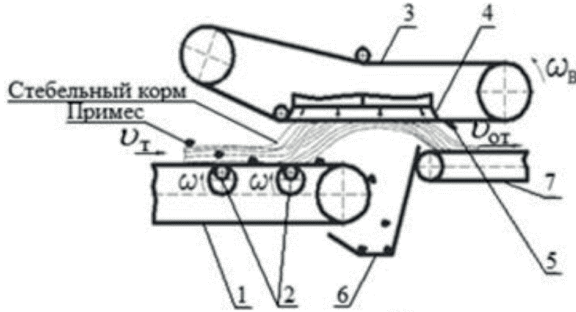


Рисунок 1—Конструктивно-технологическая схема сепарирующего устройства: 1—загрузочный транспортер; 2— эксцентриковые валики; 3 — сьемник; 4 — конфузор вентиллятора; 5—скребок; 6 — емкость для сбора примесей; 7— отводящий транспортер.

Результаты. Конструктивно-режимные параметры загрузочного транспортера выбирается согласно рекомендациям [10]. Скорость ленты для транспортирования соломы принимается в пределах 0,4 – 0,8 м/с.

Ширина ленты определяется из выражения

$$B_{\tau} = \sqrt{\frac{Q}{k_{\text{пр}} \rho v_{\tau}}}, \quad (1)$$

где Q – подача исходного материала на ленту загрузочного транспортера, кг/с; ρ – плотность исходного материала, кг/м³; $k_{\text{пр}}$ – коэффициент производительности, зависящий от формы поперечного сечения грузового потока. При форме поперечного сечения, показанной на рисунке 2, коэффициент $k_{\text{пр}} = 0,078$ [11].

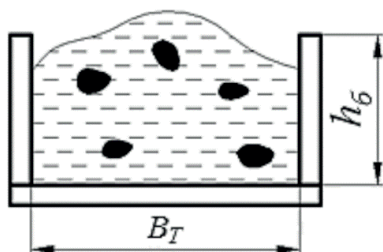


Рисунок 2 – Поперечное сечение смеси соломы и примеси до воздействия эксцентриков

Высота борта загрузочного транспортера $h_б$:

$$h_б = k_1 B_T, \quad (2)$$

где $k_1 = 0,1-0,15$ – коэффициент, учитывающий соотношения высоты борта и ширины ленты транспортера.

Для участка BC ленты транспортера, на котором расположены эксцентрики (рисунок 1), самым неблагоприятным является случай, когда примесь M находится наверху слоя соломы на высоте H от ленты:

$$H = H_T - \Delta_{ст}, \quad (3)$$

где H_T – толщина слоя исходного материала на загрузочном транспортере, м; $\Delta_{ст}$ – статическая деформация слоя, м.

Средняя скорость опускания примеси вниз под воздействием эксцентриковых валиков равна [12]

$$v_{cp} = \left(1 - \frac{v_B^2}{v_{ВП}^2}\right) \frac{g}{2n}. \quad (4)$$

в течение времени

$$t_{cp} = \frac{H}{v_{cp}} = \frac{2n(H_T - \Delta_{ст})}{(1 - v_B^2 / v_{ВП}^2)g}. \quad (5)$$

Тогда длина L_k участка BC должна удовлетворять неравенству:

$$L_k \geq v_T t_{cp} = \frac{2n(H_T - \Delta_{ст})v_T}{(1 - v_B^2 / v_{ВП}^2)g}. \quad (6)$$

Исходя из конструктивных соображений, для встряхивания слоя соломы с твердыми примесями выбирается количество эксцентриковых валов, равное 2. Это объясняется с тем, что если не произойдет встряхивания примесей первым эксцентриком, то этот процесс должен осуществляться с помощью второго эксцентрика. Если примесь имеет большую длину и расположена вдоль подающего транспортера в слое соломы, то такая примесь может встряхиваться сразу двумя эксцентриками. Это требует найти крайние точки участка ленты, где должны расположиться эксцентриковые валики.

Выбор геометрических параметров эксцентрикового валика [10] осуществляется с учетом горизонтального движения со скоростью v_T ленты загрузочного транспортера на участке BC и вертикальных гармонических колебаний с амплитудой A , равной удвоенному эксцентриситету e валика и круговой частотой p . Оси вращения эксцентриковых валиков расположены на одном уровне, имеют одинаковую форму, и лента на участке BC находится в натянутом состоянии. Если не рассматривать горизонтальное движение ленты, то участок ленты, взаимодействующий с эксцентриковыми валиками, можно представить в следующем виде (рисунок 3) [13] и закон движения ленты имеет вид:

$$s = A \sin\varphi + A, \tag{7}$$

где φ – угол поворота эксцентрикового вала, которая изменяется по закону $\varphi = pt - \pi / 2$.

При $t = 0$ лента занимает нижнее положение ($\varphi = -\pi / 2$), при $t = \pi / p$ – верхнее ($\varphi = \pi / 2$).

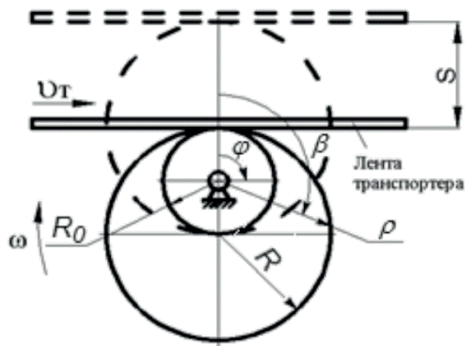


Рисунок 3 – Схема взаимодействия эксцентрика с лентой: R_0 - минимальный радиус эксцентрикового вала, м, S – вертикальное перемещение ленты от нижнего положения, м.

Радиус большой окружности эксцентрикового вала для ленты равен [14]:

$$R = -s''_{\max} = A, \quad (8)$$

где s''_{\max} – максимальный по модулю аналог отрицательного ускорения ленты.

Профиль эксцентрикового валика можно определить аналитически с использованием полярных координат R и β (рисунок 3)

$$R = A\sqrt{5 + 4\sin\varphi}; \quad \beta = \varphi + \arcsin \frac{A\cos\varphi}{R}. \quad (9)$$

Большой радиус эксцентрикового валика при $\beta = \varphi = \frac{\pi}{2}$ равен $R_{\max} = 2A$.

Тогда расстояние L_3 между центрами вращения эксцентриковых валиков должно быть не менее $6A$:

$$L_3 \geq 6A. \quad (10)$$

Радиус кривизны профиля эксцентрикового вала в точке максимального радиуса эксцентрика определяется по формуле [15]:

$$\rho = s'' + R_0 + s = 2A \quad (11)$$

Для обоснования частоты p и амплитуды вынужденных колебаний A рассмотрим ведущий барабан загрузочного транспортера радиусом R_6 (рисунок 4).

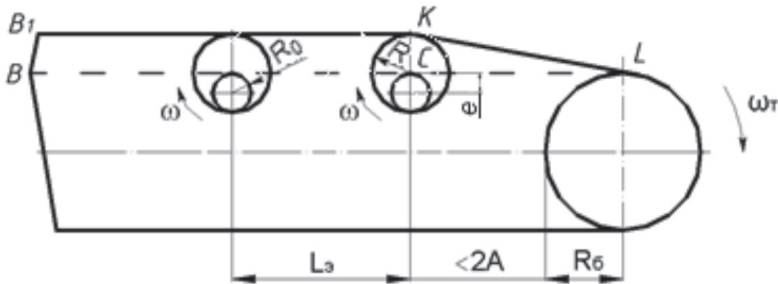


Рисунок 4 – Растяжение ленты на участке BC

Участок BCL - горизонтальное нижнее положение ленты, положение B_1KL соответствует максимальному поднятию ленты от воздействия эксцентриковых валиков.

В положении CK эксцентриковых валиков $\rho = 2A$, то диаметр отклоняющего барабана для резинотканевой ленты принимают равным:

$$D_6 = k_T k_6 z, \quad (12)$$

где k_T – коэффициент, зависящий от типа тканевых прокладок; $k_T = 125 \dots 200$ мм/шт.;

коэффициент $k_6 = 0,5$ для отклоняющего барабана; $k_6 = 1,0$ для приводного барабана;

z – число тканевых прокладок в ленте.

Согласно значениям k_6 диаметр отклоняющего барабана в два раза меньше диаметра приводного барабана. Отсюда амплитуда барабана или кулачкового вала равна A_6 :

$$A_6 = R_6 / 2. \quad (13)$$

С другой стороны, при поднятии ленты из положения CL в положение KL происходит растяжение ленты и возрастает усилие натяжения в ней.

Длины растянутых кусков ленты равны:

$$CL = l_0 + \Delta l_1; \quad KL = l_0 + \Delta l_2. \quad (14)$$

где l_0 – длина недеформированного участка ленты между эксцентриком и приводным барабаном, м;

Δl_1 – удлинение ленты на участке CL , м; Δl_2 – удлинение ленты на участке KL , м.

Усилие растяжения F_2 в положении KL

$$F_2 = F_1 + 2 B_T h_T E A^2 / CL^2 = F_1 + 0,125 B_T h_T E, \quad (15)$$

где F_1 – усилие растяжения в положении CL , Н; $CL = 4A$;

B_T, h_T, E – ширина (м) и толщина(м) и модуль упругости ленты (МПа).

Тогда лента должна иметь запас прочности [15]:

$$\frac{z \cdot B_T [k]_p}{F_2} = [S], \quad (16)$$

где $[k]_p$ – допустимая линейная прочность на разрыв, Н/мм;

$[S]$ – допустимый запас прочности.

Из уравнения определяется амплитуда ленты A_s . Значения A_6 и A_s ограничивают величину амплитуды A .

Минимизация энергетических затрат на транспортировку корма соответствует условиям, когда слой материала в результате вибрации не отрывается от поверхности ленты, и примесь M не отрывается от слоя материала. Тогда на амплитуду и частоту вынужденных колебаний накладывается ограничение:

$$Ap^2 \leq g. \quad (17)$$

Для интенсификации вертикального движения примесей в слое соломы частоту p необходимо увеличивать до предельного значения:

$$Ap^2 = g. \quad (18)$$

Частота определяется, выбрав амплитуду колебаний A в пределах значений A_6 и A_s

$$p = \sqrt{\frac{g}{A}}. \quad (19)$$

Скорость ленты верхнего транспортера DE (рисунок 5) определяется из условия транспортировки без учета сжатия вороха соломы за счет воздействия и объема примесей.

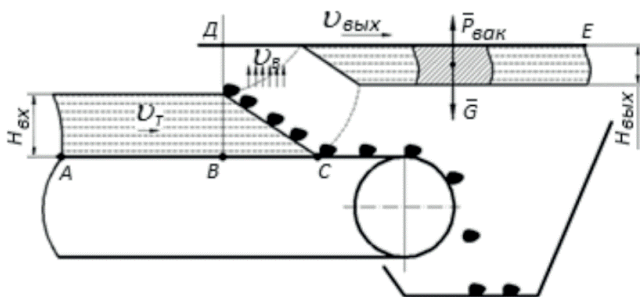


Рисунок 5 – Схема движения материала

Тогда массовая подача соломы на загрузочном транспортере на участке AB равна:

$$Q_{BX} = \rho_{BX} \cdot H_{BX} \cdot B_T \cdot v_{6X} \quad (20)$$

где ρ_{BX} , H_{BX} – плотность и высота вороха соломы на участке AB ;
 v_{6X} – скорость на входе или скорость транспортера.

Аналогично запишем выражение для массовой подачи соломы на верхнем транспортере:

$$Q_{\text{ВЫХ}} = \rho_{\text{ВЫХ}} \cdot H_{\text{ВЫХ}} \cdot B_T \cdot v_{\text{ВЫХ}} \quad (21)$$

где $\rho_{\text{ВЫХ}}$, $H_{\text{ВЫХ}}$ – плотность и толщина вороха соломы на участке DE;

$v_{\text{ВЫХ}}$ – скорость на выходе.

Полагая, что воздействие воздушного потока не изменяет плотность соломы, то есть $\rho_{\text{ВХ}} = \rho_{\text{ВЫХ}}$, получим:

$$v_{\text{ВЫХ}} = \frac{H_{\text{ВХ}} v_T}{H_{\text{ВЫХ}}} \quad (22)$$

где v_T – скорость транспортера, м/с.

Вентилятор создает вакуумметрическое давление $p_{\text{ВАК}}$ над перфорированной верхней лентой и на выделенную часть слоя вороха на верхней ленте площадью S и толщиной $H_{\text{ВЫХ}}$ вертикально вверх действует сила $P = p_{\text{ВАК}} S$ и сила тяжести $G = mg = \rho_{\text{ВЫХ}} H_{\text{ВЫХ}} Sg$.

Слой будет удерживаться на верхней ленте при условии

$$P > G \text{ или } p_{\text{ВАК}} > \rho_{\text{ВЫХ}} H_{\text{ВЫХ}} g. \quad (23)$$

Тогда толщину слоя на выходе имеем:

$$H_{\text{ВЫХ}} < \frac{p_{\text{ВАК}}}{\rho_{\text{ВЫХ}} g}, \quad (24)$$

Скорость верхней ленты транспортера удовлетворяет условию:

$$v_{\text{ВЫХ}} = \frac{H_{\text{ВХ}} v_m \rho_{\text{ВЫХ}} g}{p_{\text{ВАК}}} \quad (25)$$

Высота расположения конфузора над загрузочным транспортером:

$$H_{\text{ВЕР}} = H_T + H_{\text{ВЫХ}}. \quad (26)$$

Полученные зависимости показывают, что на степень сепарации или отделения инородных твердых примесей от соломы оказывают влияние следующие конструктивные режимные параметры устройства и технологические свойства соломы и примесей: скорость воздушного потока; подача исходного материала на ленту загрузочного транспортера; скорость ленты загрузочного транспортера; толщина слоя исходного материала на загрузочном

транспортере; высота расположения конфузора над загрузочным транспортером.

Выводы. Теоретическое описание процесса очистки грубых кормов от инородных твердых примесей позволило:

- провести кинематический анализ движения разделяемых компонентов после воздействия эксцентрика;
- обосновать месторасположение загрузочного транспортера относительно воздушного потока;
- определить оптимальную скорость воздушного потока при очистке грубых кормов от инородных твердых примесей.

Обоснование оптимальных конструктивно-режимных параметров сепарирующего устройства, обеспечивающие максимальную производительность при высокой степени сепарации с наименьшими энергозатратами требует реализации многофакторного эксперимента.

Список литературы

1 *Джапаров Р.Р.* К вопросу повышения качества измельчения стебельных кормов / Р.Р. Джапаров // Наука и образование. – 2019. – №1 (54). – С.342-346

2 *Джапаров Р.Р.* Кормораздатчики для выдачи кормов животным / Р.Р. Джапаров // - Наука и образование. – 2019. – №2 (55). – С.237-241

3 *Завражнов А.И.* Араластыргыштың конструктивті-режимді параметрлерінің оның көрсеткіштеріне әсерін зерттеу / А.И. Завражнов, С.М. Ведищев, М.К. Бралиев, А.А. Кажияхметова // Ғылым және білім. –2021. – №2-2 (63). – Б.65-72

4 *Fox D.G., Tedeschi L.O., Guioy P.J.* Determining feed intake and feed efficiency of individual cattle fed in groups // Beef Improvement Federation Meet Proc., San Antonio, Texas – 2001. – P.80–98.

5 Effect of corn silage harvest maturity and concentrate type on milk fatty acid composition of dairy cows / Vol. 95, Issue 3, March 2012, P.1472-1483 / [N.A. Khan](#), T.A. Teweldebrhan, R.L.G. Zom, J.W. Cone, W.H. Hendriks.

6 Postruminal degradation of crude protein, neutral detergent fiber and starch of maize and grass silages / Animal Feed Science and Technology, Vol. 177, Issues 3-4, 8 November 2012, P.172-179 / M. Ali, J.W. Cone, G. van Duinkerken, M.R. Weisbjerg, W.H. Hendriks.

7 *Миронова И.В.* Усвояемость питательных веществ и энергии у коров, получавших энергетическую добавку “Фелуцен” / И.В. Миронова, В.И. Косилов, А.А. Нигматзянов, Р.Р. Сайфуллин, О.В. Сенченко, Е.Р. Чалирачманов, Е.Н. Черненко // Научный журнал фармацевтических, биологических и химических наук. – 2018. – Том 9. – № 6. – С.18–25.,

8 *Джаналиев Е.М.* Повышение эффективности очистки грубых стебельных кормов от инородных твердых примесей путем совершенствования сепарирующего устройства : дис... канд. тех. наук: 05.20.01: защищена 26.02.2010:

утв. 04.06.2010 / Джаналиев Ерназар Максutowич. – Саратов, 2010. – 181 с. – Библиогр.: с. 142-156

9 Патент на изобретение № 9022 Республика Казахстан, МПК6 А 01 D 75/00. Устройство для отделения инородных твердых предметов от стебельных кормов / Р.Р. Джaparов, Н.Р. Джaparов, Е.М. Джаналиев (KZ). заявл. 03.11.98; опубл. 15.06.2000, Бюл. № 6

10 Красников В.В. Подъемно-транспортные машины / В.В. Красников [и др.]. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1987. – 272 с

11 Турбин Б.Г. Сельскохозяйственные машины: теория и технологический расчет / Б.Г. Турбин. – Л.: Машиностроение, 1967. – 582 с

12 Джаналиев Е.М. Теоретическое исследование процесса очистки стебельных кормов от инородных твердых предметов под воздействием воздушного потока / А. Брежнев, И. С. Шустов, Е.М. Джаналиев. – Саратов: Вестник СГАУ им. Н.И.Вавилова, 2007. – № 2. – С.34-35

13 Джаналиев Е.М. Определение параметров кулачкового сепарирующего устройства / В. А. Мухин, Е.М. Джаналиев // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2007. – № 7. – С. 13-14

14 Джаналиев Е.М. Теоретическое исследование процесса отделения инородных твердых предметов от стебельных кормов под воздействием вибрации / Е.М. Джаналиев, А.Л. Брежнев. – Саратов: Вестник СГАУ им. Н.И. Вавилова, 2007. – № 2. – С.40-42.,

15 Левитский Н.И. Теория механизмов и машин. / Н.И. Левитский. – М.: Наука, 1990. – 260 с

References

1 *Dzharparov R.R.* K voprosu povysheniya kachestva izmel'cheniya stebel'nyh kormov / R.R. Dzharparov // Nauka i obrazovanie. – 2019. – №1 (54). – S.342-346., [Dzharparov R.R. K voprosu povysheniya kachestva izmel'cheniya stebel'nyh kormov / R.R. Dzharparov // Nauka i obrazovanie. – 2019. – №1 (54). – S.342-346].

2 *Dzharparov R.R.* Kormorazdatchiki dlya vydachi kormov zhitovnym / R.R. Dzharparov // - Nauka i obrazovanie. – 2019. – №2 (55). – S.237-241., [Dzharparov R.R. Kormorazdatchiki dlja vydachi kormov zhitovnym / R.R. Dzharparov // - Nauka i obrazovanie. – 2019. – №2 (55). – S.237-241].

3 *Zavrashnov A.I.* Aralastyryfshtyң konsturktivti-rezhimdi parametrleriniң onyң kersetkishterine әserin zertteu / A.I. Zavrashnov, S.M. Vedishchev, M.K. Braliev, A.A. Kazhijahmetova // Fylym zhәne bilim. –2021. – №2-2 (63). – B.65-72., [Zavrashnov A.I. Aralastyryfshtyң konsturktivti-rezhimdi parametrleriniң onyң kersetkishterine әserin zertteu / A.I. Zavrashnov, S.M. Vedishchev, M.K. Braliev, A.A. Kazhijahmetova // Fylym zhәne bilim. –2021. – №2-2 (63). – S.65-72].

4 *Fox D.G., Tedeschi L.O., Guiroy P.J.* Determining feed intake and feed efficiency of individual cattle fed in groups // Beef Improvement Federation Meet Proc., San Antonio, Texas – 2001. – P.80–98.

5 Effect of corn silage harvest maturity and concentrate type on milk fatty acid composition of dairy cows / Vol. 95, Issue 3, March 2012, P.1472-1483 / N.A. Khan, T.A. Tewoldebrhan, R.L.G. Zom, J.W. Cone, W.H. Hendriks.

6 Postruminal degradation of crude protein, neutral detergent fiber and starch

of maize and grass silages / *Animal Feed Science and Technology*, Vol. 177, Issues 3-4, 8 November 2012, P.172-179 / M. Ali, J.W. Cone, G. van Duinkerken, M.R. Weisbjerg, W.H. Hendriks.

7 Mironova I.V. Usvoyaemost' pitatel'nyh veshchestv i energii u korov, poluchavshih energeticheskuyu dobavku "Felucen" / I.V. Mironova, V.I. Kosilov, A.A. Nigmatzyanov, R.R. Sajfullin, O.V. Senchenko, E.R. Chalirachmanov, E.N. Chernenkov // *Nauchnyj zhurnal farmacevticheskikh, biologicheskikh i himicheskikh nauk.* – 2018. – Tom 9. – № 6. – S.18–25., [Nutrient and energy digestibility in cows fed the energy supplement "Felucen"/ I.V. Mironova, V.I. Kosilov, A.A. Nigmatzyanov, R.R. Saifullin, O.V. Sen-chenko, E.R. Chalirachmanov, E.N. Chernenkov // *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences.* 2018. Vol. 9. No 6. P. 18-25].

8 Dzhanaliev E.M. Povyshenie effektivnosti oчитki grubyh stebel'nyh kormov ot inorodnyh tverdyh primesej putem sovershenstvovaniya separiruyushchego ustrojstva : dis... kand. tekhn. nauk: 05.20.01: zashchishchena 26.02.2010: utv. 04.06.2010 / Dzhanaliev Ernazar Maksutovich. – Saratov, 2010. – 181 s. – Bibliogr.: s. 142-156., [Dzhanaliev E.M. Povyshenie effektivnosti oчитki grubyh stebel'nyh kormov ot inorodnyh tverdyh primesej putem sovershenstvovaniya separiruyushchego ustrojstva : dis... kand. tekhn. nauk: 05.20.01: zashchishchena 26.02.2010: utv. 04.06.2010 / Dzhanaliev Ernazar Maksutovich. – Saratov, 2010. – 181 s. – Bibliogr.: s. 142-156].

9 Patent na izobretenie № 9022 Respublika Kazahstan, MPK6 A 01 D 75/00. Ustrojstvo dlya otdeleniya inorodnyh tverdyh predmetov ot steblevyh kormov / R.R. Dzharparov, N.R. Dzharparov, E.M. Dzhanaliev (KZ). zayavl. 03.11.98; opubl. 15.06.2000, Byul. № 6., [Patent na izobretenie № 9022 Respublika Kazahstan, MPK6 A 01 D 75/00. Ustrojstvo dlya otdeleniya inorodnyh tverdyh predmetov ot steblevyh kormov / R.R. Dzharparov, N.R. Dzharparov, E.M. Dzhanaliev (KZ). zayavl. 03.11.98; opubl. 15.06.2000, Byul. № 6].

10 Krasnikov V.V. Pod"emno-transportnye mashiny / V. V. Krasnikov [i dr]. – 4-e izd., pererab. i dop. – M. : Agropromizdat, 1987. – 272 s., [Krasnikov V. V. Pod#emno-transportnye mashiny / V. V. Krasnikov [i dr]. – 4-e izd., pererab. i dop. – M. : Agropromizdat, 1987. – 272 s.].

11 Turbin B.G. Sel'skokozyajstvennye mashiny: teoriya i tekhnologicheskij raschet / B. G. Turbin. – L. : Mashinostroenie, 1967. – 582 s., [Turbin B. G. Sel'skokozyajstvennye mashiny: teoriya i tekhnologicheskij raschet / B. G. Turbin. – L. : Mashinostroenie, 1967. – 582 s.].

12 Dzhanaliev, E. M. Teoreticheskoe issledovanie processa oчитki stebel'nyh kormov ot inorodnyh tverdyh predmetov pod vozdejstviem vozdušnogo potoka / A. L. Brezhnev, I. S. Shustov, E. M. Dzhanaliev. – Saratov: Vestnik SGAU im. N.I.Vavilova, 2007. – № 2. – S.34-35., [Dzhanaliev, E. M. Teoreticheskoe issledovanie processa oчитki stebel'nyh kormov ot inorodnyh tverdyh predmetov pod vozdejstviem vozdušnogo potoka / A. L. Brezhnev, I. S. Shustov, E. M. Dzhanaliev. – Saratov: Vestnik SGAU im. N.I.Vavilova, 2007. – № 2. – S.34-35.].

13 Dzhanaliev E.M. Opređenje parametrov kulachkovogo separiruyushchego ustrojstva / V.A. Muhin, E.M. Dzhanaliev // *Mekhanizaciya i elektrifikaciya sel'skogo hozjajstva.* – 2007. – № 7. – S. 13-14., [Dzhanaliev E.M. Opređenje parametrov kulachkovogo separiruyush- hego ustrojstva / V. A. Muhin, E.M. Dzhanaliev // *Mekhanizaciya i jelektrifikaciya sel'skogo hozjajstva.* – 2007. – № 7. – S. 13-14.].

14 *Dzhanaliev E.M. Teoreticheskoe issledovanie processa otdeleniya inorodnyh tverdyh predmetov ot stebel'nyh kormov pod vozdejstviem vibracii / E. M. Dzhanaliev, A. L. Brezhnev. – Saratov: Vestnik SGAU im. N. I. Vavilova, 2007. – № 2. – S.40-42., [Dzhanaliev E.M. Teoreticheskoe issledovanie processa otdeleniya inorodnyh tverdyh predmetov ot stebel'nyh kormov pod vozdejstviem vibracii / E.M. Dzhanaliev, A.L. Brezhnev. – Saratov: Vestnik SGAU im. N.I. Vavilova, 2007. – № 2. – S.40-42.]*

15 *Levitskij N.I. Teoriya mekhanizmov i mashin. / N.I. Levitskij. – M. Nauka, 1990. – 260 s., [Levitskij, N.I. Teoriya mehanizmov i mashin/ N. I. Levitskij. – M.: Nauka, 1990. –260 s.]*

Благодарность. Авторы выражают благодарность руководству Западно-Казахстанского аграрно-технического университете им. Жангир хана за предоставленную помощь при изготовлении лабораторной установки и проведении экспериментальных исследований.

Нуралин Б.Н., Джаналиев Е.М.

Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университеті, Орал қ., Қазақстан.

БӨЛГІШ ҚҰРЫЛҒЫНЫҢ КОНСТРУКЦИЯСЫ МЕН ЖҰМЫС ПАРАМЕТР-ЛЕРІН НЕГІЗДЕУ

Түйіндеме. Қазақстанда еліміздің азық-түлік қауіпсіздігінің негізін мал шаруашылығы өнімдері құрайды. Мықты жемшөп базасын жасамай, жем-шөпті сапалы дайындамай, оларды ұтымды пайдаланбай, азықтық ысырапты азайтпайынша мал шаруашылығы өнімін өндіруді арттыру мүмкін емес. Ірі сабақты азықтарды дайындау үшін және теңдестірілген азық қоспаларын алу үшін азықты ұнтақтау және араластырғыш машиналары қажет. Ұнтақтау процесі ірі сабақ азығымен қатар бөтен қатты қоспалардың түсуімен қиындайды. Олар машиналардың кесу тетіктерін зақымдайды және бүкіл азық дайындау желісінің ұзақ тоқтап қалуына, азықтандыру кестесінің бұзылуына және малдың салмақтың өсуі және сүт өнімділігінің азаюына әкеледі. Бұл механикаландыру деңгейі төмен шағын шаруашылықтарды дамытуда өзекті мәселе болып табылады. Авторлар жаңалығы ірі сабақты азықтардан бөтен қатты қоспаларды бөлуге арналған құрылғы Қазақстан Республикасының өнертабысқа патентімен расталған. Мақалада ірі сабақты азықтарды бөгде қатты қоспалардан бөлу құрылғысының конструкциясы мен жұмыс параметрлерінің әсері теориялық негізделеді. Бөгде қатты қоспаларды байланыстырылған материалдардан бөлу үшін, мысалы, ірі сабақты жем-шөп, ауа ағыны түріндегі жұмыс органдары бар сепараторлар тиімді болмақ. Бұл түрдегі сепараторларда физикалық-механикалық қасиеттерінің жиынтығының айырмашылығы бөтен қоспаларды ірі сабақты жем-шөптерден бөлу үшін қолданылады. Бұл тәсіл механикалық құрылғылармен сапалы бөлуге қол жеткізуге мүмкіндік береді және мүмкіндігінше олардың бөлінген компоненттердің ерекше қасиеттерінің көп комбинацияларын пайдалану бағытында дамуын күтеді.

Түйінді сөздер: Ірі сабақты азық, бөгде қатты қоспалар, тазарту құрылғысы, эксцентрлік білік

...

Nuralin Beket B., Janaliyev Y.

West Kazakhstan Agrarian-Technical University named after. Zhanqir Khan, Uralsk, Kazakhstan.

JUSTIFICATION OF DESIGN-MODE PARAMETERS SEPARATING DEVICE

Abstract. In Kazakhstan, the basis of the country's food security is livestock products. Increasing the production of livestock products is impossible without creating a strong feed base, high-quality preparation of feed, rational use and reduction of feed losses. Preparation of coarse stem feed for feeding requires grinding with feed grinding and mixing machines to obtain balanced feed mixtures. The grinding process is complicated by the fact that, along with coarse stem feed, foreign solid impurities enter, which damage the cutting organs of machines and cause a long shutdown of the entire feed preparation line, disruption of the feeding schedule, and reduction in animal weight gain and milk yield. These problems are of particular relevance in the development of small farms with a low level of mechanization. The authors have developed a device for separating foreign solid impurities from coarse stem feeds, the novelty of which is confirmed by a patent for an invention of the Republic of Kazakhstan. The article theoretically substantiates the influence of the design and operating parameters of the separating device for cleaning stem feed from foreign solid impurities. To separate foreign solid impurities from bound materials, such as stem feed, the most effective are separators with working bodies in the form of an air flow. In separators of this type, differences in the totality of physical and mechanical properties are used to separate foreign impurities from stem feeds. This approach makes it possible to achieve better separation by mechanical devices and expect their development towards the use of as many combinations of the distinctive properties of the separated components as possible.

Key words: Rough stem feed, foreign solid impurities, separating device, eccentric shaft

Сведения об авторах

Нуралин Бекет Нурғалиевич - доктор технических наук, профессор, Западно-Казахстанский аграрно-технический университет им. Жангир хана, г. Уральск, Казахстан, orcid.org/0000-0002-0507-5445, bnuralin@mail.ru

Джаналиев Ерназар Максұтович - кандидат технических наук, профессор, Западно-Казахстанский аграрно-технический университет им. Жангир хана, г. Уральск, Казахстан, orcid.org/0000-0002-7177-413X, ernazar.dzhanaliev@mail.ru

Авторлар туралы мәліметтер

Нұралин Бекет Нұреалиұлы – техника ғылымдарының докторы, профессор, Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университеті, Орал қ., Қазақстан, orcid.org/0000-0002-0507-5445, bnuralin@mail.ru

Жаналиев Ерназар Мақсұтұлы – техника ғылымдарының кандидаты, Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университеті, Орал қ., Қазақстан, orcid.org/0000-0002-7177-413X, ernazar.dzhanaliev@mail.ru

Information about the authors

Nuralin Beket Nurgalievich - Doctor of Technical Sciences, Professor, West Kazakhstan Agrarian-Technical University named after. Zhanqir Khan, Uralsk c., Kazakhstan, orcid.org/0000-0002-0507-5445, bnuralin@mail.ru

Janaliev Ernazar Maksutovich - Candidate of Technical Sciences, Polytechnic Institute for Academic Affairs of the West Kazakhstan Agrarian-Technical University named after. Zhanqir Khan, Uralsk c., Kazakhstan, orcid.org/0000-0002-7177-413X, ernazar.dzhanaliev@mail.ru

ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

МРНТИ 70.94.19., 87.19.91

https://doi.org/10.53939/1560-5655_2024_3_92

Заурбек А.К.¹

¹Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, г. Астана, Казахстан

ТРАНСФОРМАЦИИ В ВОДОХРАНИЛИЩАХ И ПРОПУСК ПОВОДОДЬЯ В КАЗАХСТАНСКОЙ ЧАСТИ БАСЕЙНА РЕКИ ЕСИЛЬ

Аннотация. Обосновать технологию производства гидрологических и водохозяйственных расчетов по пропуску максимального стока 1% (0,1%) обеспеченности. Анализированы и обобщены: методы расчета максимального стока при наличии и отсутствия антропогенной деятельности; современное состояние и перспективы использования водных ресурсов и возможности регулирования и пропуска половодий водохранилищами. На современном уровне, не решена проблема производства гидрологических и водохозяйственных расчетов по трансформации и пропуска половодья каскадно расположенными водохранилищами. Обоснована технология решения трансформации половодья 1% (0,1%) обеспеченности водохранилищами и возможности борьбы с наводнениями при перспективном уровне использования водно-земельных ресурсов в бассейне реки Есиль. Предназначена научным работникам, сотрудникам проектно-исследовательских и эксплуатационных организации водного хозяйства, охраны окружающей среды. Технология расчета трансформации в водохранилищах и пропуск половодья в бассейнах равнинных рек разработана впервые в Республике Казахстан.

Ключевые слова: максимальный сток, антропогенная деятельность, 1% (0,1%) обеспеченность, параметр, водохранилища, технология, трансформация, пропуск, половодья.

Введение. Мировой опыт показывает возросшую вероятность аварий гидротехнических сооружений и, прежде всего, из-за прохождения половодья (паводков), превышающих расчетные проектные значения. Среди техногенных катастроф по тяжести последствий и величине ущерба одно из первых мест занимают гидродинамические аварии, возникающие при разрушении плотин. Эта ситуация связана, прежде всего, с интенсивной застройкой речных долин в нижнем бьефе водохранилищ. Другой частой причиной

аварий является старение сооружений и не восстановление их износа из-за отсутствия государственного надзора.

Необходимо отметить, что нет особых усердий к пропуску катастрофических гидрографов половодий, как со стороны органов, непосредственно отвечающих за проблемы водного хозяйства, так и со стороны подразделений призванных бороться с чрезвычайными ситуациями природного и техногенного характера [1-3].

Порядок эксплуатации водохранилищ определяется правилами, утверждаемыми уполномоченным органом по согласованию с заинтересованными государственными органами [4]. Режим эксплуатации водохозяйственного сооружения осуществляется в соответствии с их проектными характеристиками, фактическим состоянием, условиями эксплуатации, сроками их службы и назначением каждого водохозяйственного сооружения [5]. Пропуск половодья (паводка) в особенности в многоводные года является одной из ответственных задач службы эксплуатации. Пропуск паводка осуществляется тем успешнее, чем своевременнее будет получен прогноз о предстоящем размере половодья (паводка). Эксплуатационная трудность в правильном использовании стока в различной по водности года состоит в отсутствии достоверных длительных прогнозов стока реки. В реальных условиях мы не располагаем достоверными прогнозами, поэтому приходится составлять специальные правила управления работами водохранилища, называемыми диспетчерскими графиками [6,7]. На современном уровне формирование наибольших расходов в водотоках происходят, как в результате естественных природных ресурсов, так и при воздействии антропогенной деятельности. От уровня готовности к действиям в борьбе с наводнениями, при авариях, стихийных бедствиях и катастрофах зависит жизнь, здоровье и благосостояние граждан, дальнейшее развитие социальной и производственной инфраструктуры, экономическая безопасность государства [8]. Поэтому по грантовой теме: «Борьба с опасными гидрологическими явлениями (наводнениями) в бассейне р. Есиль (Акмолинская и Северо-Казахстанская области) в условиях меняющегося климата» [9] разработан проект: «Рекомендации по трансформации в водохранилищах и пропуска половодья 1% обеспеченности транзитом по створу р. Есиль» (в последующем Рекомендация) [10]. Согласно задания, разработанная Рекомендация рассматривает проблему пропуска по створу р. Есиль, половодья с повторяемостью один

раз 100 лет. В то же время, в рассматриваемой Рекомендации дополнительно разработаны принципиальные положения пропуска половодья 0,1% обеспеченности (повторяемостью один раз 1000 лет).

Цель работы. Обосновать технологию производства гидрологических и водохозяйственных расчетов по пропуску максимального стока 1% (0,1%) обеспеченности по створу реки Есиль в условиях каскадного расположения водохозяйственных установок с учетом перспективного развития отраслей коммунально-бытового и промышленного водоснабжения на территории Республики Казахстан.

В современных условиях приобретенная в процессе эволюции замечательная способность природы к саморегулированию стала нарушаться. Равновесное экологическое состояние в биосфере до возникновения человека происходило только под влиянием естественных природных процессов. Максимальный сток и даже формирующиеся выдающиеся наибольшие расходы рек, при ненарушенном человеком состоянии природы протекали по естественным руслам и никаких отрицательных последствий в окружающей среде не наблюдались.

Методы исследований. По данным АО Казгипроводхоз [11], водные ресурсы, формирующиеся в пределах: Исток – Астанинское водохранилище: среднемноголетний сток $W_0 = 0,186 \text{ км}^3$. Среднемноголетний сток р. Есиль - г. Петропавловск составляет $2,11 \text{ км}^3$. Всего в зоне деятельности Есильского ВХР водные ресурсы рек и временных водотоков составляют $2,59 \text{ км}^3$. Из них по бассейну р. Есиль – $2,23 \text{ км}^3$. Норма максимальных расходов воды (срочных) р. Есиль - г. Астана в естественных условиях - $364 \text{ м}^3/\text{с}$, коэффициент вариации $C_v = 0,85$, коэффициент асимметрии $C_s = 2,5C_v$, расход воды 0,1% обеспеченности - $2240 \text{ м}^3/\text{с}$, 1% - $1500 \text{ м}^3/\text{с}$ [11]. Для гидротехнических сооружений I класса капитальности, обеспеченность максимального стока принимается равным $P=0,01\%$ обеспеченности [12,13].

В перспективе, на размеры формируемого стока будет влиять и наступление предполагаемых глобальных климатических изменений. Согласно прогнозам МГЭИК [14,15] относительно небольшое изменение температуры воздуха, всего на несколько градусов, приведет к увеличению стока рек и водообеспеченности на 10-40% в одних регионах, в то время как в других они уменьшатся на 10-

30%. Водохозяйственные расчеты выполняются на основе составления водохозяйственного баланса (ВХБ) [16].

Максимальные расходы воды (в условиях естественного стока) р. Есиль в створе Астанинской плотины 0,1% обеспеченности составляют 2030 м³/с, 1% - 1360 м³/с. Максимальные расходы воды р. Есиль у с. Каменный Карьер в естественных условиях подсчитаны за период с 1930 по 1966 годы. Ошибка в определении нормы стока и коэффициента вариации составляет 18%. Норма стока – 1090 м³/с, $C_v = 1,07$, $C_s = 2,2C_v$ [11]. Параметры максимальных расходов, приведённые в [17] (1947 - 1956 годы) составляют: $Q_0 - 1050$ м³/с, $C_v = 1,31$, $C_s = 2,5C_v$. Максимальные расходы воды р. Есиль у г. Петропавловск (в условиях естественного стока) приняты по данным [17,18], расчетный период 1893 - 1957 гг. Норма максимальных расходов воды – 1290 м³/с, $C_v = 1,06$, $C_s = 2,65$.

По расчетам ЕНУ им. Л.Н. Гумилева, при статистических параметрах максимального стока равной $W_0 = 187$ млн.м³, коэффициента вариации $C_v = 0,80$ и коэффициента асимметрии $C_s = 2 C_v$, сток реки соответственно 1, 5 и 10 %-ой обеспеченности составили: 693, 481 и 385 млн.м³. Для гидротехнических сооружений I класса капитальности, обеспеченность максимального стока принимается равным $P=0,01\%$ [12,13]: Откуда расчетный объем половодья будет 1 281 млн.м³.

В рассматриваемой зоне расположено около 46 водохранилищ, 11 из них имеют емкость более 10 млн. м³, количество действующих водохранилищах емкостью свыше 1,0 млн. м³ составляет 35. Многолетнее глубокое регулирование стока р. Есиль осуществляется двумя водохранилищами: Астанинским (Вячеславским) ($V_{плз} = 375,4$ млн. м³) и Сергеевским ($V_{плз} = 635$ млн. м³). Крупное водохранилище построено на р. Селеты - Селетинское ($V_{плз} = 220$ млн. м³) [17-20].

Параметры Есильского и Астанинского водохранилищ в бассейне реки Есиль приведены в их паспортах, соответственно [21,22]. Астанинский контррегулятор предназначен для инженерной защиты районов существующей и перспективной застройки от возможных паводков, а также от разрушительного воздействия возможной гидродинамической аварии на Астанинском водохранилище [23]. В 2006 г. начато и в 2010 г. закончено строительство данного уникального по своим техническим параметрам и социально-политической важности защитного сооружения. Комплекс сооружений

имеет защитную дамбу протяженностью 31 км и ежегодно может удержать паводковую воду в объеме 450,0 млн.м³. В то же время сток реки Есиль зарегулирован Сергеевским и Петропавловским водохранилищами. Их параметры приведены в их паспортах, соответственно [24,25]. Наиболее крупным является Сергеевское, его объем при НПУ 693 млн. м³.

Для борьбы с наводнениями предусматривается дополнительный объем V_t . При прохождении катастрофических паводков водохранилище наполняется до отметки ФПУ. Объем V_t (трансформирующий объем) предназначается для срезки пика паводка с целью не допущения наводнений на участках реки ниже водохранилища. Расчеты надо производить для следующих возможных вариантов, их 2 (два) [26.27].

1 вариант. Водоохранилище наполнено до отметки НПУ. Поддерживаются предложения и соответственно допущения Д.И Кочерина [28]. **Приближенный расчет сбросных сооружений (Метод Д.И.Кочерина), рисунок 1.**

Сброс воды осуществляется автоматически. То есть отметка порога водослива совмещен с отметкой НПУ. Но эти допущения существенно упрощают расчёты трансформации половодья (паводка), а ошибки при этом не превышают 5-10%, то есть находятся в пределах точности гидрометрических измерений [29]. И вопреки принятой предпосылке, в добавок к сформированному максимальному гидрографу половодья накладывается гидрограф паводка (от дождевого стока) редкой повторяемости. Такая расчетная схема, вполне оправдана, ибо результаты гидрологических и водохозяйственных расчетов идут в запас расчета, создадут определенную прочность в маневрировании в управлении максимальным стоком и повышают надежность водохозяйственных систем. Ограничение при расчетах.

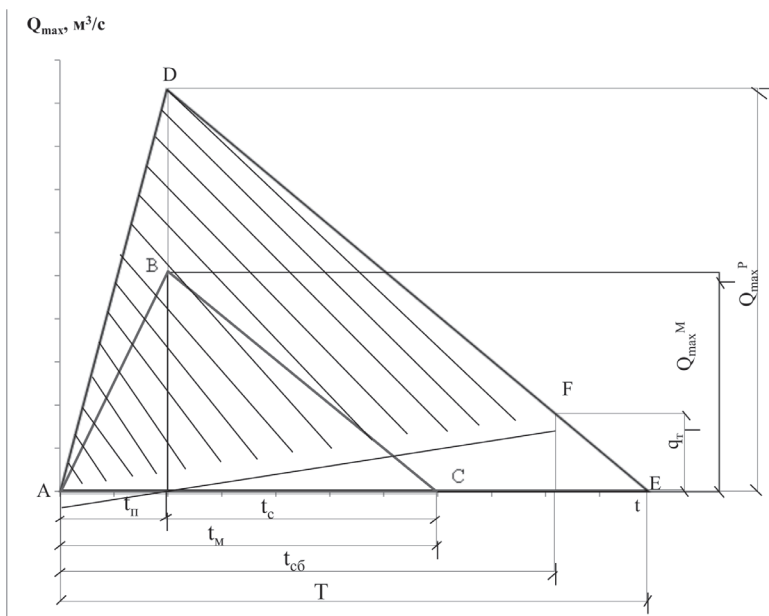


Рисунок 1 – Расчетный гидрограф половодья и сбросных расходов из водохранилища по методу Кочерина Д. И. (Зәуірбек, 2018). I вариант.

ABC – гидрограф половодья модели; ADE – расчетный гидрограф половодья;

AF – нарастание сбросных расходов из водохранилища;

$W_{ABC} = \frac{1}{2} Q_{\max}^M \cdot t_M$ - Объем половодья выбранного в качестве модели;

$W_{ADE} = \frac{1}{2} Q_{\max}^P \cdot T$ - Объем половодья при расчетном гидрографе;

$W_{AFE} = \frac{1}{2} q_T \cdot T$ - Объем сбрасываемой воды из водохранилища;

$W_{ADF} = \frac{1}{2} Q_{\max}^P \cdot T \left(1 - \frac{q_T}{Q_{\max}^P} \right)$ - Трансформирующий объем водохранилища (заштрихован).

Размеры сбрасываемых расходов лимитируются пропускной способностью водосбросных сооружений.

2 вариант. Водохранилище не наполнен до отметки НПУ и рассматриваются возможность учета отдачи воды из водохранилища.

Рассматриваются два случая. **Первый случай, вариант 2а.** Отдача воды из водохранилища, не учитываются, рисунок 2.

При этом, учитывая, что Астанинское водохранилище является источником водоснабжения г. Астана, перед половодьем в водохранилище должен быть некоторый, достаточный неприкосновенный запас воды на 1-1,5 месяца $-V_{\text{зап}}$. Это на сегодня 7,4-11,0 млн. м^3 в месяц. На перспективу, при численности населения около 3,0 млн. человек, на 2050 год, может составить 15-20 млн. м^3 . Тогда, предположительный объем воды в водохранилище принимается равным: $V_{\text{умо}} + V_{\text{зап}} = 35,5 \cdot 10^6 + (15 \dots 20) \cdot 10^6 = (50,5 \dots 55,5) \cdot 10^6 \text{ м}^3$. Для расчета принято, что Астанинское водохранилище, перед половодьем должен иметь объем воды равной порядка – 60 млн. м^3 .

Второй случай, вариант 2б, рисунок 3. Учитывается отдача воды из водохранилища.

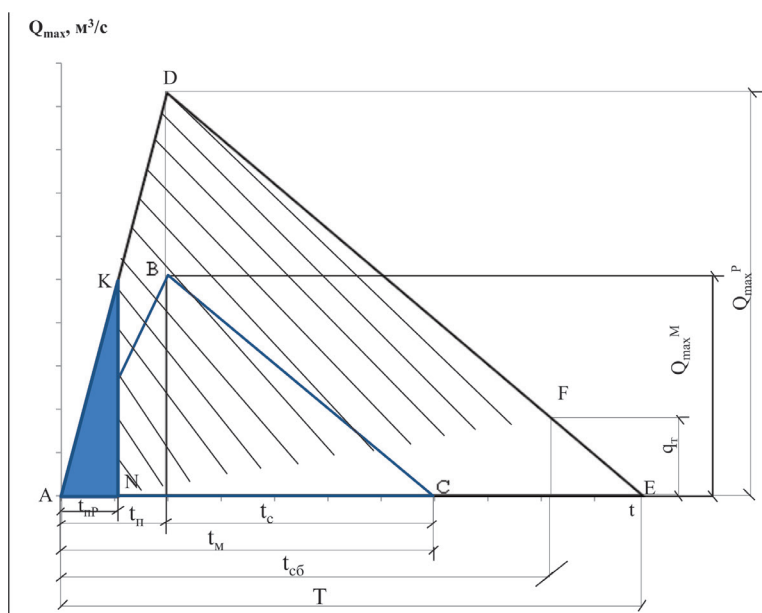


Рисунок 2 – Расчетная схема к определению трансформирующей емкости водохранилища. Если оно не наполнено до отметки НПУ, без учета отдачи воды брутто (вариант 2а, Зәуірбек, 2019).

ABC – гидрограф половодья модели; ADE – расчетный гидрограф половодья;

NF – нарастание сбросных расходов из водохранилища;

V_{AKN} – необходимый объем воды для наполнения водохранилища до отметки НПУ (закрашен);

$W_{ABC} = \frac{1}{2} Q_{\max}^M \cdot t_M$ - Объем половодья выбранного в качестве модели;

$W_{ADE} = \frac{1}{2} Q_{\max}^P \cdot T$ - Объем половодья при расчетном гидрографе;

$W_{NFE} = \frac{1}{2} q_T \cdot (T - t_{пр})$ - Объем сбрасываемой воды из водохранилища;

$W_{NKDF} = \left[\frac{1}{2} Q_{\max}^P \cdot T \left(1 - \frac{q_T}{Q_{\max}^P} \right) \right] - V_{AKN}$ - Трансформирующий объем водохранилища (заштрихован).

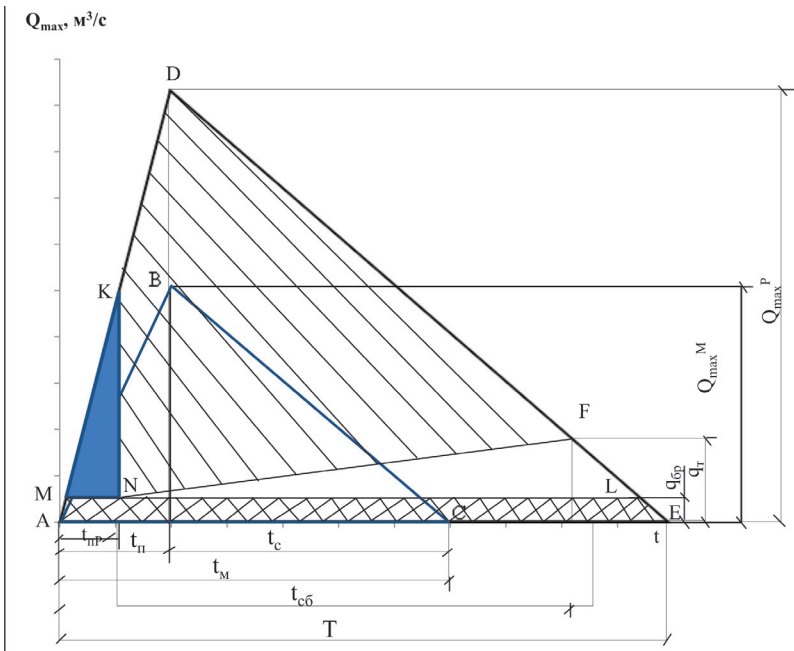


Рисунок 3 – Расчетная схема к определению трансформирующей емкости водохранилища. Если оно не наполнено до отметки НПУ, учитывается отдача воды брутто (26 вариант, Зеуірбек Ә. К., 2019).

ABC – гидрограф половодья модели; ADE – расчетный гидрограф половодья;

NF – нарастание сбросных расходов из водохранилища;

V_{MKN} – необходимый объем воды для наполнения водохранилища до отметки НПУ (закрашен);

V_{AMLE} – Объем отдачи воды брутто из водохранилища (заштрихован);

$W_{ABC} = \frac{1}{2} Q_{max}^M \cdot t_M$ - Объем половодья выбранного в качестве модели;

$W_{ADE} = \frac{1}{2} Q_{max}^P \cdot T$ - Объем половодья при расчетном гидрографе

$W_{NKDE} = \left[\frac{1}{2} Q_{max}^P \cdot T \left(1 - \frac{q_T}{Q_{max}^P} \right) \right] - V_{MKN} - V_{AMLE}$ - Трансформирующий объем водохранилища (заштрихован).

Предполоводный объем воды в водохранилище принимается равным – 60 млн. м³. Отдача воды нетто из водохранилищ, а также природоохранные и санитарные попуски принимаются во внимание. В гидрологических и водохозяйственных расчетах учитываются только отдача воды нетто из водохранилища в полной мере. Потери воды из водохранилища идут в запас расчета. Природоохранные и санитарные попуски, будут удовлетворяться за счет водных ресурсов перебрасываемых по каналу Астана из канала Ертыс Караганда им.К. Сатпаева, пополняемого за счет водных ресурсов реки Ертыс.

(1 вариант). Расчетный объем половодья р.Есиль в створе Астанинского водохранилища при 1,0% обеспеченности равен 631 млн. м³. Максимальный сток р. Есиль 1% обеспеченности, Астанинским водохранилищем не может трансформироваться. Из формируемого объема половодья равной 631 млн. м³ в Астанинский котррегулятор будет сброшен 571,9 млн. м³. Трансформируется, только объем форсировки Астанинского водохранилища равной 59,1млн. м³.

(2 вариант.) Полный и полезный объем Астанинского водохранилища соответственно - 410,90 и 375,40 млн. м³. Нормативные отметки воды в водохранилище, м: НПУ - 403,00; УМО - 391,00 и ФПУ(МФУ) - 404,40. (за 1965-2000 годы полезный объем водохранилища уменьшился на 21 млн.м³ [30]). На первом этапе Астанинское водохранилище наполняется от предполоводного объема принятого равным 60 млн. м³, наполняется до отметки НПУ равной 383,9 млн. м³. Затем, уже на втором этапе, осуществляется трансформация объема половодья и наполняется водохранилище до отметки ФПУ равной 443 млн. м³.

Расчетная схема (2а вариант). Водохранилище в первую очередь наполняется до отметки НПУ. Затем до трансформирующей емкости водохранилища. В Астанинском водохранилище половодье частично регулируется. Из формируемого объема половодья равной 631 млн. м³ в Астанинский котррегулятор будет сброшен 178 млн. м³. В этом подварианте Астанинское водохранилище совместно с Астанинским котррегулятором в полной мере трансформирует максимальный сток реки Есиль 1,0% обеспеченности равной 631 млн. м³.

(2б вариант.) Сбросы воды из водохранилища составляет 185,5 млн.м³. Это говорит о том, что Астанинское водохранилище не в полной мере управляет максимальными объемами половодья при 1,0% обеспеченности) стока р. Есиль выше Астанинского водохранилища при 2б варианте. Возможность управления объемом половодья 1,0% обеспеченности выше Астанинского водохранилища и самое важное и главное, выше г. Астана, необходимо рассмотреть совместно с Астанинским котррегулятором. В этом подварианте Астанинское водохранилище совместно с Астанинским котррегулятором в полной мере трансформирует максимальный сток р. Есиль 1,0% обеспеченности равной 631 млн. м³.

Астанинский котррегулятор – 450 млн.м³. На настоящее время пропускная способность реки Есиль порядка – 40 м³/с [31]. Тогда за месяц можно пропустить порядка 100 млн. м³. Откуда видно, что в общем необходимо управлять 795 млн. м³ воды от формирующегося катастрофического половодья. На настоящее время, проводятся усиленные водохозяйственные и гидротехнические работы по реализации выполненных гидравлических исследований по повышению пропускной способности русла р.Есиль в пределах г. Астаны.

При 1,0 процентной обеспеченности, Астанинский котррегулятор при совместной работе с Астанинским водохранилищем в полной мере управляет максимальным стоком, формирующиеся выше г. Астана.

Сергеевское водохранилище является основным регулятором стока р. Есиль на участке от Астанинского (Вячеславского) гидроузла до низовья реки. Сергеевское водохранилище, ведущее многолетнее компенсированное регулирование стока в целях надёжного обеспечения комплекса требований водопотребителей (в основном промвдоснабжение) должно на каждый данный момент обладать нужным запасом воды, для последующего использования в маловодные пе-

риоды. Проектный объем Сергеевского водохранилища 693 млн. м³.

Расчётный срок заиливания Сергеевского водохранилища примерно 100 лет. Мертвый объем водохранилища – 58 млн.м³. Проектный объем 693,00 млн.м³, форсированный объем составляет 1366 млн м³, максимальная пропускная способность составляет 5800 м³/с [25]. Отсюда вытекает, что форсированный объем составляет 673 млн. м³. В соответствии с принятым II-ым классом капитальности, водосбросное отверстие плотины рассчитано на пропуск паводка равного 7600 м³/с [24]. Водосбросное сооружение: паводковые расходы пропускаются через железобетонную водосливную плотину без затворов, длиной 268 м с отметкой гребня 138,0 м. Водослив практического профиля с носком для отброса струи на отметке 133,0 м. При 1,0% процентной обеспеченности, Сергеевское водохранилище в полной мере управляет максимальным стоком. Так как пропускная способность водохранилища на 9000, больше, чем сбрасываемые воды из водохранилища 4335 млн. м³.

Петропавловский гидроузел с водохранилищем на р. Есиль. Водохранилище русловое. Проектный объем водохранилища 19,2 млн. м³. Год ввода в эксплуатацию 1973 г. Назначение водохранилища водоснабжение, орошение. Однако, проблемы пропуска воды начинается при максимальных расходах ниже 1,0 % обеспеченности. Как это было при половодье 2017 г. Так как пропускная способность гидроузла (класс капитальности гидротехнических сооружений) не увязан с пропускной способностью выше расположенного Сергеевским водохранилищем.

Из опыта эксплуатации водохранилища. можно заключить:

- почему, сооружения Петропавловского гидроузла отнесен к III-му классу капитальности? Тогда как, общепринятый уровень классов капитальности, каскадно-расположенных гидротехнических сооружений в водохозяйственной системе бассейна р. Есиль составляет II-ой класс капитальности;

- почему, не согласованы пропускные способности Сергеевского и Петропавловского водохранилищ?

Вывод. Должны пересматриваться классы капитальности, каскадно-расположенных гидротехнических сооружений в водохозяйственной системе бассейна р. Есиль и в том числе, Петропавловского гидроузла.

Поверочные расчеты были выполнены и для максимального стока р. Есиль при 0,1 % обеспеченности.

Проблемы планирования использования и охраны водных ресурсов, а также борьбы с вредными воздействиями воды в первую очередь, зависит от стратегии развития отраслей экономики, которые обоснованы в «Стратегия развития Казахстан-2020» [32.33]. Такие стратегии, в свою очередь руководствуются основополагающими документами: «Стратегия « Казахстан-2050» [34]; Концепция развития 2007-2024гг. [34.35], Водный кодекс, 2003 [4]. В последующем, принятые и рекомендованные стратегические вопросы, а также соответствия результатов оптимизационных расчетов и параметров водохозяйственных и водоохраных мероприятий, необходимо сопоставлять и проверять согласованность с требованиями нормативных документов международных сообществ:

- Рио-де-Жанейрской декларации по окружающей среде и развитию [36];
- с Европейской директивой по водному хозяйству [37];
- со стратегией Устойчивого развития государственного Гидрологического института (Российской Федерации) СУР ГГИ [38];
- Рамочной конвенцией об изменении климата [39].

Разработка методов борьбы с опасными гидрологическими явлениями (наводнениями), как на современный, так и перспективные периоды, требуют в первую очередь достоверного анализа гидрологической и водохозяйственных обстановок в бассейне реки.

Согласно рекомендации 1 «Конгресса по Большим плотинам» [40] опасность, исходящую от ГТС, можно разделить на 4-е категории.

К ГТС, относящимся к I-ой категории опасности, должны предъявляться требования как к сооружениям I-го класса. Кроме того, к I-ой категории опасности относятся ГТС, последствия, от аварий которых распространяются на территории сопредельных государств, а также ГТС, расположенные на одном водотоке каскадом, когда авария на одном ГТС может создать аварийную ситуацию на другом ниже-расположенном ГТС. Для ГТС, имеющих более высокий класс, чем категория опасности, класс сооружения сохраняется. Для сооружений, у которых класс ниже, чем категория опасности, класс следует уравнивать с категорией опасности. Суммарная полная емкость водохранилищ комплексного использования (Астанинского, Селетинского, Чаглинского и Есильского) в Акмолинской области 678,10 млн.м³. Суммарная полная емкость водохранилищ (Сергеевского, Петропавловского) в Северо-Казастанской области 712,20 млн. м³. Всего 6 водохранилищ – суммарная полная емкость -1390,3 млн. м³. Для анализа были приняты 5 водохранилищ, которые непосредственно влияют

и регулируют сток реки Есиль – суммарная полная емкость которых составляют -1362,3 млн.м³.

Астанинское и Сергеевское водохранилища, а также Астанинский контррегулятор по данным градамиям относятся к водохозяйственным объектам II категории. Но, учитывая, что в нижнем бьефе Астанинского водохранилища процветает столица Республики Казахстан – г. Астана, то они должны относиться к ГТС I категории [41]. Кроме того, к I-ой категории опасности относятся ГТС, последствия от аварий которых распространяются на территории сопредельных государств, а также ГТС, расположенные на одном водотоке каскадом, когда авария на одном ГТС может создать аварийную ситуацию на другом нижерасположенном ГТС.

По данным Севводхоза, отметка ФПУ Петропавловского водохранилища при 0,1 % обеспеченности 98,2м. Отметка ФПУ при 1 % обеспеченности 96,8м. В 2017 г. с начала половодья на Петропавловском гидроузле уровень повысился на 221 см и составил 908 см. Откуда, уровень воды в водохранилище составил бы – $92,2+2,21 = 94,41$ м. Описание, ситуации, при подъеме уровня воды на 221 см в 2017 г. (очевидна отметка воды, была равна 94,41м. Это гораздо меньше, чем отметки ФПУ при 1 % обеспеченности 96,8 м) [42].

Приведенные выше, негативные последствия, а также все ущербы, были при отметке- 94,41м. Что будет, если, вода достигнет, отметки ФПУ при 1 % обеспеченности 96,8 м (на 239 см выше, чем отметка воды 2017 года, или выше отметки НПУ на 460 см), при 0,1 % обеспеченности 98,2м (379 см выше, чем отметка воды 2017 г., или выше отметки НПУ на 600 см)?

Выводы. Отсюда вытекает, что при обосновании параметров Петропавловского гидроузла, допущены отдельные неточности и не согласованы классы капитальности гидротехнических сооружений каскадно расположенных гидроузлов в Казахстанской части бассейна р. Есиль. Для решения вышеперечисленных вопросов необходимо:

1. Разработать оптимальные режимы эксплуатации водохозяйственных объектов. Достоверно найти прогнозные положения по установлению формируемого объема половодья или паводка. Найти приемлемые для равнинных рек математические модели по установлению параметров максимального стока. Далее нужно разработать научно-методологические основы по пропуску и управлению максимальным стоком. Когда, и в каких случаях необходимо наполнять Астанинское водохранилище или держать его пустым, или же иметь какой-то промежуточный объем воды в нем. Астанинский контррегу-

лятор перед половодьем или же паводком всегда должен быть пустым.

2. При формировании максимального стока 1,0 процентной обеспеченности (и при 0,1 процентной обеспеченности), Астанинское водохранилище при частичном соблюдении расчетной схемы Д.И.Кочерина (водохранилище перед половодьем имеет объем не более 60 млн. м³ и соответственно не наполнен до отметки НПУ, и при учете полезной отдачи, но без учета потерь воды из водохранилища) совместно с Астанинском контррегулятором в состоянии трансформировать и предотвратить возможные наводнения в районах г. Астана.

3. При тех же условиях, Сергеевское водохранилище в полной мере управляет максимальным стоком 1,0 процентной обеспеченности (и даже при 0,1 процентной обеспеченности). Но возникают, определенные трудности трансформации и пропуска максимального стока 1,0 процентной обеспеченности (и тем более при 0,1 процентной обеспеченности) Петропавловским водохранилищем, из-за несогласованности пропускной способности гидроузла с пропускной способностью выше расположенного Сергеевским водохранилищем. Это вытекает, из-за того, что гидротехнические сооружения Петропавловского гидроузла рассчитаны на III класс капитальности, против II класса капитальности гидротехнических сооружений Сергеевского водохранилища.

4. В 2017 г., уровень воды на Петропавловском гидроузле достиг отметки- 94,41м. И был нанесен огромный материальный и моральный ущерб, как населению, так и окружающей среде. Что будет, если, вода достигнет, отметки ФПУ при 1 % обеспеченности 96,8 м (на 239 см выше, чем отметка воды 2017 г.), если при 0,1 % обеспеченности 98,2м, и какие тогда будут ущербы? Отсюда вытекает, что при обосновании параметров Петропавловского гидроузла, допущены определенные неточности. Почему сооружения Петропавловского гидроузла отнесены к III-му классу капитальности и почему, не согласованы пропускные способности Сергеевского и Петропавловского водохранилищ?

5. Борьбу с максимальным стоком при низких значениях их обеспеченности, с целью недопущения наводнений в г. Астана, можно решить, не только за счет увеличения пропускной способности русла р. Есиль в пределах столицы Республики Казахстан, но и за счет отвода излишков воды через озеро Майбалык в русло реки Нура (там проводить мероприятия по обвалованию русла реки)

Список литературы

1. Концепция Программы управления водными ресурсами РК на 2020-2030 годы /Правительство утвердило концепцию Программы управления водными ресурсами РК на 2020-2030 годы. Вторник, 28 января 2020,09:51:26.
2. Государственная программа развития агропромышленного комплекса Республики Казахстан на 2017-2021 годы. г. Астана, 2017 год. Республики Казахстан от 14 февраля 2017 года № 420.
3. Мировые водные ресурсы на рубеже XXI века.– СПб: ГГИ, 2003.–436с.
4. Водный кодекс Республики Казахстан от 9 июня 2003 г. № 481-ІІ. (С изменениями и дополнениями по состоянию на 28.04.2016 г.). https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=1042116.
5. Правила эксплуатации водохозяйственных сооружений, расположенных непосредственно на водных объектах. Утверждены приказом Министра сельского хозяйства Республики Казахстан от 31 марта 2015 года № 19-4/294.
6. *Соболь С.В.* Безопасная эксплуатация водных объектов [Электронный ресурс]: учеб. пос. для студентов вузов /С.В. Соболь, А.В. Февралев, И.С. Соболь; Нижегород. гос. архитектур.-строит. ун-т – Нижний Новгород: ННГАСУ, 2016. – 336с. -1 электрон. опт. диск (CD-ROM). ISBN 978-5-528-00159-3
7. Типовые правила использования водохранилищ. Утверждены Приказом Минприроды России от 24.08.2010.№330.
8. О Концепции предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера и совершенствования государственной системы управления в этой области //Постановление Правительства Республики Казахстан от 23 ноября 2005 года N 1154. – Астана, 2005.-10 с.
9. АР05135407 «Борьба с опасными гидрологическими явлениями (наводнениями) в бассейне реки Есиль (Акмолинская и Северо-Казахстанская области) в условиях меняющегося климата»
10. *Зауірбек Ә.К.* Проект. Рекомендации по трансформации в водохранилищах и пропуска половодья 1% обеспеченности транзитом по створу реки Есиль. -Астана –Алматы, 2020. - 88 с.
11. Схема комплексного использования и охраны водных ресурсов бассейна р. Есиль (Есиль) на территории РК. – Алматы. 2006. – 70 с.
12. Определение основных расчетных гидрологических характеристик. СП 33-101-2003. -Москва: 2004. -84 с.
13. СНиП 2.01.14-83. Определение гидрологических характеристик – М: Стройиздат, 1985. - 36с.
14. Изменения климата – 2007: Воздействия изменения климата, адаптация и уязвимость. Доклад Рабочей группы 2 МГЭИК. 2007 г.
15. Изменение климата – 2007: научно-физическая основа. Доклад Рабочей группы 1 МГЭИК.

16. Методика расчета водохозяйственных балансов водных объектов. -М.:, 2007. -72с.

17. Ресурсы поверхностных вод районов освоения Целинных и залежных земель. Акмолинская область. Каз ССР. Л.:Гидрометеиздат, 1958, вып.1.-789с.

18. Ресурсы поверхностных вод районов освоения Целинных и залежных земель. Северо-Казахстанская область. Каз ССР. Л.:Гидрометеиздат, 1960, вып.5.-419с.

19. Заурбеков А.К. К определению расчетных максимальных стоков рек в зоне влияния водохранилищ // Межд. по вод. Хозяйству. - Тезисы докл. Ташкент. 1996. - С. 131-132.

20. Отчет Есильского водохозяйственного управления за 2017 год.

21. Паспорт Ишимского водохранилища.

22. Паспорт Астанинского водохранилища.

23. Астанинский контррегулятор спас столицу от паводков. // <http://www.arnapress.kz/astana/life/ecology/70763/>

24. Паспорт Сергеевского гидроузла с водохранилищем на р. Есиль.

25. Паспорт Петропавловского гидроузла с водохранилищем на р. Есиль.

26. Материалы Севводхоза.

27. Заурбек Ә.К., Әбдіжаппар Ұ.Т. Принципиальные основы расчета трансформации половодья водохранилищами в бассейне реки Есиль при современном уровне развития отраслей экономики //Евразийский союз ученых (ЕСУ). Ежемесячный научный журнал №6(75)/2020. 2 часть.- 68с. - С.29-36.

28. Шамов Г.И. Д.И.Кочерин основоположник учения о речном стоке. - Л.:Гидрометеиздат, 1950.- 36с.

29. Бабкин В.И. Какой должна быть идеология регулирования речного стока в XXI,2019 //веке<http://www.plotina.net/babkin-21/>

30. Проект «Защита г. Астаны от затопления паводковыми водами р. Есиль». Том 1. Книга 1. Пояснительная записка. –Алматы, октябрь, 2003.

31. Утверждения работников водного хозяйства Акмолинского филиала АО Казводхоз.

32. Отчет о деятельности инспекции за 2017 год.-Астана: Есильская бассейновая инспекция по регулированию использования и охраны водных ресурсов,2018.

33. Стратегический план развития Республики Казахстан до 2020 года. Указ Президента Республики Казахстан от 1 февраля 2010 года №922.

34. Послание Президента Республики Казахстан - Лидера нации Нурсултана Назарбаева народу Казахстана «Стратегия «Казахстан-2050» - новый политический курс состоявшегося государства».- Астана, Акорда, 2012 год.

35. Концепция перехода Республики Казахстан к устойчивому развитию на 2007-2024 гг.- Астана, 2007. – 69с.

36. Рио-де-Жанейрская декларация по окружающей среде и развитию // Конференции Организации Объединенных Нации по окружающей среде и развитию, Рио-де-Жанейро 3-14 июня 1992 года. - ООН,1992.- 9 с.

37. Кромер Р. Европейская директива по водному хозяйству // Гидротехническое строительство, № 12, 2002. –С. 44-46.

38. Водные ресурсы России и их использование / Под ред. И.А.Шикломанова.- СПб.: ГГИ, 2008. - 600 с.

39. Рамочная конвенция об изменении климата. Конференция Сторон. Двадцать первая сессия. Париж, 30 ноября–11 декабря 2015 года. Принятие Парижского соглашения. Предложение Председателя. Проект решения-/ СР.21.- 42с.

40. Рекомендации 1 «Конгресса по Большим плотинам».

41. МСН 3.04-01-2005. Межгосударственные строительные нормы. Гидротехнические сооружения. Определение основных расчетных гидрологических характеристик. 2005.

42. Информация по паводковой обстановке на территории СКО (на 20.04.2020 г.) <http://sqo.emer.gov.kz/>.

References

1. Konceptsiya Programmy upravleniya vodnymi resursami RK na 2020-2030 gody /Pravitel'stvo utverdilо konceptsiyu Programmy upravleniya vodnymi resursami RK na 2020-2030 gody. Vtornik, 28 yanvarya 2020,09:51:26.

2. Gosudarstvennaya programma razvitiya agropromyshlennogo kompleksa Respubliki Kazahstan na 2017-2021 gody. g. Astana, 2017 god. Respubliki Kazahstan ot 14 fevralya 2017 goda № 420.

3. Mirovye vodnye resursy na rubezhe ХХI veka.– SPb: GGI, 2003.–436s.

4. Vodnyj kodeks Respubliki Kazahstan ot 9 iyunya 2003 g. № 481-II. (S izmeneniyami i dopolneniyami po sostoyaniyu na 28.04.2016 g.). https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=1042116.

5. Pravila ekspluatatsii vodohozyajstvennyh sooruzhenij, raspolozhennyh neposredstvenno na vodnyh ob'ektah. Utverzhdeny prikazom Mini-stra sel'skogo hozyajstva Respubliki Kazahstan ot 31 marta 2015 goda № 19-4/294.

6. Sobol' S.V. Bezopasnaya ekspluatatsiya vodnyh ob'ektov [Elektronnyj resurs]: ucheb. pos. dlya studentov vuzov /S.V. Sobol', A.V. Fevraley, I.S. Sobol'; Nizhegorod. gos. arhitektur.- stroit. un-t – Nizhnij Novgorod: NNGASU, 2016. – 336s.-1 elektron. opt. disk (CD-ROM). ISBN 978-5-528-00159-3

7. Tipovye pravila ispol'zovaniya vodohranilishch. Utverzhdeny Prikazom Minprirody Rossii ot 24.08.2010.№330.

8. O Konceptcii preduprezhdeniya i likvidatsii chrezvychajnyh situacij prirodного i tekhnogennogo haraktera i sovershenstvovaniya gosudarstvennoj sistemy upravleniya v etoj oblasti //Postanovlenie Pravitel'stva Respubliki Kazahstan ot 23 noyabrya 2005 goda N 1154. – Astana, 2005.-10 s.

9. AP05135407 «Bor'ba s opasnymi gidrologicheskimi yavleniyami (navodneniyami) v bassejne reki Esil' (Akmolinskaya i Severo-Kazahstanskaya oblasti) v usloviyah menyayushchegosya klimata»

10. *Zəuirbek Ə.K.* Proekt. Rekomendacii po transformacii v vodohranilishchah i propuska polovod'ya 1% obespechennosti tranzitom po stvoru reki Esil'.-Astana –Almaty, 2020.- 88 s.

11. Skhema kompleksnogo ispol'zovaniya i ohrany vodnyh resursov bassejna r. Esil' (Esil') na territorii RK. – Almaty, 2006. – 70 s.

12. Opredelenie osnovnyh raschetnyh gidrologicheskikh karakteristik. SP 33-101-2003.-Moskva: 2004.-84 s.

13. SNiP 2.01.14-83. Opredelenie gidrologicheskikh karakteristik – M: Strojizdat, 1985. - 36s.

14. Izmeneniya klimata – 2007: Vozdeystviya izmeneniya klimata, adaptaciya i uyazvimosť. Doklad Rabochej grupy 2 MGEIK. 2007 g.

15. Izmenenie klimata – 2007: nauchno-fizicheskaya osnova. Doklad Rabochej grupy 1 MGEIK.

16. Metodika rascheta vodohozyajstvennyh balansov vodnyh ob"ektov.-M., 2007.-72s.

17. Resursy poverhnostnyh vod rajonov osvoeniya Celinnyh i zaleznyh zemel'. Ak-molinskaya oblast'. Kaz SSR. L.:Gidrometeoizdat, 1958, vyp.1.-789s.

18. Resursy poverhnostnyh vod rajonov osvoeniya Celinnyh i zaleznyh zemel'. Se-vero - Kazahstanskaya oblast'. Kaz SSR. L.:Gidrometeoizdat, 1960, vyp.5.-419s.

19. *Zaurbekov A.K.* K opredeleniyu raschetnyh maksimal'nyh stokov rek v zone vliyaniya vodohranilishch // Mezhd. po vod. Hozyajstvu.- Tezisy dokl. Tashkent. 1996.- S. 131-132.

20. Otchet Esil'skogo vodohozyajstvennogo upravleniya za 2017 god.

21. Pasport Ishimskogo vodohranilishcha.

22. Astaninskij kontrregulyator spas stolicu ot pavodkov.

//<http://www.arnapress.kz/astana/life/ecology/70763/>

24. Pasport Sergeevskogo gidrouzla s vodohranilishchem na r. Esil'.

25. Pasport Petropavlovskogo gidrouzla s vodohranilishchem na r. Esil'.

26. Materialy Sevvodhoza.

27. *Zəuirbek Ə.K., Əbdizhappar Ғ. T.* Prinsipial'nye osnovy rascheta transformacii polovod'ya vodohranilishchami v bassejne reki Esil' pri sovremenom urovne razvitiya otraslej ekonomiki //Evrazijskij soyuz uchenyz (ESU). Ezhemesyachnyj nauchnyj zhurnal №6(75)/2020. 2 chast'.- 68s.- S.29-36.

28. Shamov G.I. D.I.Kocherin osnovopolozhnik ucheniya o rechnom stoke.- L.:Gidrometeoizdat, 1950.- 36s.

29. Babkin V.I. Kakoj dolzhna byt' ideologiya regulirovaniya rechnoj stoka v XXI,2019 //veke<http://www.plotina.net/babkin-21/>

30. Proekt « Zashchita g. Astany ot zatopeniya pavodkovymi vodami r. Esil' ». Tom 1. Kniga 1. Poyasnitel'naya zapiska. –Almaty, oktyabr', 2003.

31. Utverzhdeniya rabotnikov vodnogo hozyajstva Akmolinskogo filiala AO Kazvodhoz.

32. Otchet o deyatel'nosti inspekcii za 2017 god.-Astana: Esil'skaya bassejnovaya inspekcija po regulirovaniyu ispol'zovaniya i ohrany vodnyh resursov,2018.

33. Strategicheskij plan razvitiya Respubliki Kazahstan do 2020 goda. Ukaz Prezidenta Respubliki Kazahstan ot 1 fevralya 2010 goda №922.

34. Poslanie Prezidenta Respubliki Kazahstan - Lidera nacji Nursultana Nazarbaeva narodu Kazahstana «Strategiya «Kazahstan-2050» - novyj politicheskij kurs sostoyavshegosya gosudarstva».- Astana, Akorda, 2012 god.

35. Koncepciya perekhoda Respubliki Kazahstan k ustojchivomu razvitiyu na 2007-2024 gg.- Astana, 2007. – 69s.

36. Rio-de-Zhanejrskaya deklaraciya po okruzhayushchej srede i razvitiyu // Konferencii Organizacii Ob'edinennyh Nacii po okruzhayushchej srede i razvitiyu, Rio-de-Zhanejro 3-14 iyunya 1992 goda. - OON,1992.- 9 s.

37. *Kromer R.* Evropejskaya direktiva po vodnomu hozyajstvu // Gidrotekhnicheskoe stroitel'stvo, № 12,2002. –S. 44-46.

38. Vodnye resursy Rossii i ih ispol'zovanie / Pod red. I.A.Shiklomanova.- SPb.: GGI, 2008. - 600 s.

39. Ramochnaya konvenciya ob izmenenii klimata. Konferenciya Storon. Dvadcat' pervaya sessiya. Parizh, 30 noyabrya–11 dekabrya 2015 goda. Prinyatie Parizhskogo soglasheniya.Predlozhenie Predsedatelya. Proekt resheniya-/ SR.21.- 42s.

40. Rekomendacii 1 «Kongressa po Bol'shim plotinam»...

41. MSN 3.04-01-2005. Mezhhgosudarstvennye stroitel'nye normy. Gidrotekhnicheskie sooruzheniya. Opredelenie osnovnyh raschetnyh gidrologicheskikh harakteristik. 2005.

42. Informaciya po pavodkovej obstanovke na territorii SKO (na 20.04.2020 g.) <http://sqo.emer.gov.kz/>.

Зәуірбек Ә.К.

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті. Астана қ., Қазақстан
**ҚАЗАҚСТАН БӨЛІГІНДЕГІ ЕСІЛ ӨЗЕНІ БАССЕЙІНІНДЕГІ СУ
ТАСҚЫНДАРЫН БӨГЕНДЕРДЕ ТРАНСФОРМАЦИЯЛАУ ЖӘНЕ ӨТКІЗУ**

Түйіндеме. Судың 1% (0,1%) максималды ағынының өтуі бойынша гидрологиялық және су шаруашылығы есептерінің технологиясын негіздеу. Антропогендік әсердің болуы және болмауы кезіндегі максималды ағынды есептеу әдістері; су ресурстарын пайдаланудың қазіргі жағдайы мен келешегі және су қоймаларындағы су тасқынын реттеу және өткізу мүмкіндігі талданды. Қазіргі деңгейде каскадты су қоймалары арқылы су тасқындарының трансформациясы мен өтуіне гидрологиялық және су шаруашылық есептерін жүргізу мәселесі шешілген жоқ. Есіл өзені бассейніндегі су және жер ресурстарын пайдаланудың перспективалық деңгейінде су қоймаларын қамтамасыз етудің 1% (0,1%) су тасқынының трансформациясын шешу технологиясы және су тасқынын бақылау мүмкіндігі негізделген. Ғалымдарға, су шаруашылығы және қоршаған ортаны қорғаудың жобалау, іздестіру және пайдалану ұйымдарының қызметкерлеріне арналған. Қазақстан Республикасында алғаш рет жазық өзен бассейндеріндегі су қоймаларының трансформациясын және су тасқынының өтуін есептеу технологиясы әзірленді.

Түйінді сөздер: максималды ағын, антропогендік әсер, 1% (0,1%) қамтамасыздық, параметр, су қоймалары, технология, трансформациялау, өткізу, су тасқыны.

• • •

Zaurbek A.

Eurasian National University. L. N. Gumilyova, Astana, Kazakhstan
**TRANSFORMATIONS IN RESERVOIRS AND FLOOD PASSAGE IN THE
KAZAKHSTAN PART OF THE ESIL RIVER BASIN**

Abstract. Justify the technology for the production of hydrological and water management calculations for the passage of the maximum flow of 1% (0.1%) supply. Analyzed and summarized: methods for calculating the maximum flow in the presence and absence of anthropogenic activity; the current state and prospects of the use of water resources and the possibility of regulating and passing floods by reservoirs. At the current level, the problem of producing hydrological and water management calculations for the transformation and transmission of floods by cascade reservoirs has not been resolved. The technology for solving the transformation of floods of 1% (0.1%) of the availability of reservoirs and the possibility of combating floods with a promising level of use of water and land resources in the Esil river basin has been substantiated. It is intended for scientists, employees of design and survey and operational organizations of water management, environmental protection. The technology for calculating the transformation in reservoirs and the passage of floods in

the basins of lowland rivers was developed for the first time in the Republic of Kazakhstan.

Key words: maximum runoff, anthropogenic activity, 1% (0.1%) supply, parameter, reservoirs, technology, transformation, pass, floods.

Сведения об авторах

Зауирбек Ә.К. - доктор технических наук, Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, г. Астана, Казахстан. jakajak9@mail.ru

Авторлар туралы мәліметтер

Зәуірбек Ә.К. - техника ғылымдарының докторы, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті. Г. Астана, Қазақстан. jakajak9@mail.ru

Information about the authors

Zauirbek A. - Doctor of Technical Sciences, Eurasian National University. L.N. Gumilyova, Astana c., Kazakhstan. jakajak9@mail.ru

ШАБЛОН НАПИСАНИЯ СТАТЬИ

ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ РУКОПИСИ

Экспериментальная статья — от 7 до 15 страниц (формат А4), 4-6 рисунков (таблиц), не считая аннотации, таблицы, рисунки, Список литературы, References, Сведения об авторах.

Обзорная статья - 7-15 страниц, включая аннотации, таблицы, рисунки, Список литературы, References, количество рисунков или таблиц не более 9 (3 рисунка считаются за 1 страницу); Сведения об авторах.

Краткое сообщение – 5-9 страниц (формат А4), включая рисунки или таблицы (не больше трех), не считая аннотации, таблицы, рисунки, Список литературы, References, Сведения об авторах.

✓ Текстовые файлы следует представлять в формате PDF и Word (версии 6.0 и более поздние), шрифт — Times New Roman, размер — 12pt, Интервал - 1,15, в одну колонку.

ШАБЛОН НАПИСАНИЯ СТАТЬИ

код МРНТИ (Межгосударственный рубрикатор научно-технической информации)

Фамилия и инициалы авторов - на 3-х языках (казахский, русский, английский)

(первый — автор текста, затем соавторы и научные руководители);

Наименование места работы, город, страна - на 3-х языках (казахский, русский, английский);

Если авторы статьи из разных учреждений, то в конце каждой фамилии поставить надстрочную цифру, соответствующую месту работы. Ниже указать место работы каждого автора и поставить надстрочную цифру в начале наименования места работы.

Пример: Бериков А.К.¹, Васильев С.И.²
¹Институт горного дела, г. Алматы, Казахстан
² Кыргызский горно-металлургический институт им. Академика У. Асаналиева, г. Бишкек, Кыргызстан

Заглавие статьи - на 3-х языках (казахский, русский, английский);- должно быть максимально кратким, информативным, без сокращений;

Аннотация: пишется на 3-х языках (русский, казахский, английский):

Не более **150-200 слов**. (Содержание аннотации: Цель исследований. Методы исследования. Что обнаружено. Чем важны результаты, Область применения, Есть ли аналоги в мире);

Ключевые слова: пишутся на 3-х языках (казахский, русский, английский) — всего 5-6 одиночных слова и не более двух-трёх словосочетаний;

Текст статьи: включает таблицы, рисунки, список цитированной литературы;

Введение — краткое изложение истории вопроса с рассмотрением отечественных и зарубежных работ, в которых аналогичные или близкие исследования уже проводились за последние десятилетия,

Цель исследования – краткое описание.

Методы исследования — следует детально описывать новые методы; на ранее опубликованные и общеизвестные методы достаточно сослаться в списке литературы, указав автора и/или название метода

- **Таблицы** должны быть пронумерованы арабскими цифрами и иметь описательное название. Численные измерения (единицы) должны быть включены в заголовок столбца.

- **Рисунки** (графики, формулы, чертежи и пр.) и цветные иллюстрации принимаются к печати, только в лучшем качестве. Рисунки должны иметь краткие заголовки, дающие точное описание к изображению на рисунках. Заголовки рисунков не должны размещаться на иллюстрациях. Независимо от типа графики, рисунки должны обладать высоким разрешением, не ниже 300(dpi) точек на дюйм и отдельно предоставляются в следующих форматах – jpg, png, tiff, cdr, eps, ai, pdf, eps, ait и svg или оригинальные файлы. Максимальный размер рисунков 120×210 мм. За предоставленные не качественные графические материалы, при публикации редакция ответственности не несёт.

Результаты исследования — приводятся основные теоретические и экспериментальные результаты, фактические данные, обнаруженные взаимосвязи и закономерности. При этом отдается предпочтение новым результатам, важным открытиям, выводам, которые опровергают существующие теории, а также данным, имеющим практическое значение.

Обсуждение результатов — производится сопоставление с лучшими отечественными и мировыми аналогами. Описываются дискуссионные моменты исследования, и ваше видение их разрешения.

Выводы – подведение итогов работы, обоснование новизны и актуальности исследования, рекомендации по применению полученных результатов.

Источник финансирования исследований – ведомства, фонды, отдельные люди и т.д. должны быть помещены перед списком использованной литературы. Наименования финансирующих организаций должны быть написаны полностью.

Благодарность — выражается благодарность спонсорам, научным руководителям, лицам, принимавшим деятельное участие в работе и пр.

Список литературы — ссылки в тексте нумеруются по возрастанию в порядке их упоминания. Библиографические сведения о публикации оформляются согласно ГОСТ 7.1-2003. В список литературы **не включаются** нормативные документы, статистические сборники, статьи из газет, так как их оформляют в круглые скобки после упо-

минания в тексте. Ссылки на интернет-сайты производятся согласно ГОСТ 7.5-98, предпочтение отдаётся электронным журналам.

Самоцитирование не должно превышать 20-30% от общего списка. Литературные источники давностью не более 10-15 лет должны составлять значительную часть списка, особенно для статей прикладного характера.

References - (Транслитерация Списка литературы) — оформляется согласно ГОСТ 7.79-2000 и размещается в соответствие с требованиями редакции.

Сведения об авторах на 3-х языках (казахский, русский, английский):

- фамилия, имя и отчество полностью (если есть), научная степень/звание
- место работы автора
- вклад в работу каждого из авторов – Эксперимент, Обработка Данных, Обсуждение, Подготовка Рукописи, Поиск Литературы, Исследования и пр.
- электронная почта.

Регистрационное свидетельство
№ 7528-Ж от 01.08.2006 г.
выдано Министерством культуры и информации
Республики Казахстан

Главный редактор *М.Т. Велямов*
Редактор *Л.Н. Гребцова*
Ответственный секретарь *М.Д. Рублева*
Обложка *Е.С. Кадырова, Л.Н. Гребцовой*
Редактор текста на казахском языке *Т.Т. Садырова*
Компьютерная верстка *Д.Р. Турысбек*

Подписано в печать 30.08.2024.
Формат 60x84/16. Печать офсетная. Бумага офсетная.
Усл. п. л. 6,0. Тираж 350 экз. Заказ 160.

Редакционно-издательский отдел НЦ ГНТЭ.
050026, г. Алматы, ул. Богенбай батыра, 221
