



ДОНБАССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

ECOLOGICAL BULLETIN OF DONBASS

№8

# Экологический вестник Донбасса



# **Экологический вестник Донбасса**

Научный журнал  
Выходит 4 раза в год  
Основан в марте 2020 г.  
Выпуск 8 2023

# **Ecological Bulletin of Donbass**

Scientific Journal  
Publication Frequency: 4 times a year  
Established: March, 2020  
Issue 8 2023

Алчевск  
2023

**УДК 502:504.06**

**Экологический вестник Донбасса**

**Научный журнал**

Выпуск 8 2023

**Основатели:  
ФГБОУ ВО «ДонГТУ» при поддержке  
Министерства природных ресурсов  
и экологической безопасности ЛНР**

*Свидетельство Министерства связи  
и массовых коммуникаций ЛНР  
о регистрации средства массовой  
информации ПИ 000174 от 19.01.2021*

*Рекомендовано учёным советом  
ФГБОУ ВО «ДонГТУ»  
(Протокол № 1 от 31.03.2023)*

Формат 60×84<sup>1</sup>/<sub>8</sub>  
Усл. печат. л. 7,9  
Заказ № 110  
Тираж 100 экз.

Издательство не несёт ответственности за  
содержание материала, предоставленного  
автором к печати.

Адрес редакции, издателя и основателя:  
ФГБОУ ВО «ДонГТУ»  
пр. Ленина, 16, г. Алчевск, ЛНР  
294204

E-mail: [info@dstu.education](mailto:info@dstu.education)  
Web-site: <http://www.dstu.education>

**ИЗДАТЕЛЬСКО-ПОЛИГРАФИЧЕСКИЙ  
ЦЕНТР,**

ауд. 2113, т./факс 2-58-59

Свидетельство о государственной  
регистрации издателя, изготовителя  
и распространителя средства массовой  
информации

МИ-СГР ИД 000055 от 05.02.2016.

### **Главный редактор**

Вишневецкий Д. А. — д.т.н., доц., ректор

### **Заместитель главного редактора**

Смекалин Е. С. — к.т.н., доц.,  
проректор по научной работе

### **Редакционная коллегия:**

Дегтярев Ю. А. — министр природных ресурсов  
и экологической безопасности ЛНР

Ладыш И. А. — д.с.-х.н., доц.

Борщевский С. В. — д.т.н., проф.

Шутов М. М. — д.э.н., проф.

Шелихов П. В. — к.б.н., доц.

Зубова Л. Г. — д.т.н., проф.

Зубов А. Р. — д.с.-х.н., проф.

Капанов С. В. — д.м.н.

Зинченко А. М. — к.э.н., доц.

Кусайко Н. П. — директор НЦМОС

Подлипенская Л. Е. — к.т.н., доц.

Левченко Э. П. — к.т.н., доц.

Проценко М. Ю. — к.т.н., доц.

Швыдченко С. С. — к.б.н., доц.

Калинин О. Н. — к.т.н., доц.

### **Секретарь редакционной коллегии**

Смирнова И. В. — к.х.н.

Для научных работников, аспирантов,  
студентов высших учебных заведений, НИИ,  
сотрудников предприятий, занимающихся  
проблемами окружающей среды, органов  
государственной власти.

**Язык издания:**

русский, английский

Компьютерная вёрстка

*Исмаилова Л. М.*

© ФГБОУ ВО «ДонГТУ», 2023

© Чернышова Н. В., художественное  
оформление обложки, 2023

**ЭКОЛОГИЯ**

---

**ECOLOGY**



УДК 630\*283.9

*к.пед.н. Капранова Г. В.**(Алчевский информационно-методический центр,  
г. Алчевск, ЛНР, galya.kapranova.63@mail.ru),**д.м.н. Капранов С. В.,  
Тарабцев Д. В.**(Алчевская городская санитарно-эпидемиологическая станция,  
г. Алчевск, ЛНР, alch\_ses\_ok@mail.ru),**Мельникова З. В.**(Научное объединение «Республиканская малая академия наук»,  
г. Луганск, ЛНР, zlatamelnikova266@gmail.com),**Мельникова С. Е.**(Алчевская станция переливания крови, г. Алчевск, ЛНР, snezhan7@gmail.com)*

## ОЦЕНКА УРОВНЯ ИНФОРМИРОВАННОСТИ НАСЕЛЕНИЯ О ДИКОРАСТУЩИХ ГРИБАХ

Выполнена оценка уровня осведомленности населения о съедобных, несъедобных и ядовитых грибах, произрастающих в регионе Донбасса. Установлено, что только половина жителей (48,60±2,24 %) изучает литературу о дикорастущих грибах. Из всех анкетированных граждан всего один из пяти человек теоретически разбирается в дикорастущих грибах. Лучшие всего разбираются в этих грибах женщины средней возрастной группы — 41–60 лет. Менее половины анкетированных граждан (41,00±2,20 %) проинформированы о грибных ядах. Меньше всего располагают сведениями о грибных ядах представители крайних возрастных групп — до 40 лет, а также 61 год и старше. Только 22,20±1,86 % жителей способны отличать ядовитые грибы от съедобных. Полученные результаты исследований свидетельствуют о низком уровне осведомленности населения о дикорастущих грибах и грибных ядах. Это обстоятельство является потенциальным фактором риска отравлений жителей дикорастущими грибами.

Разработан и реализуется комплекс научно обоснованных мероприятий по профилактике отравлений дикорастущими грибами.

**Ключевые слова:** дикорастущие грибы, взрослое население, профилактика отравлений грибами.

**Постановка проблемы, обоснование ее актуальности.** Грибы — царство живой природы, объединяющее эукариотические организмы, сочетающие в себе некоторые признаки как растений, так и животных. Грибы отличаются от растений в основном тем, что не содержат хлорофилла, с помощью которого растения на свету создают углеводы из углекислого газа и воды [1].

В мире известно более 100 тысяч видов различных грибов, из которых специалистами описано более 70 тысяч видов. Одни из грибов с крупным плодовым телом — макромицеты, другие микроскопические — микромицеты. Макромицетов на Земле произрастает примерно 6,5 тысяч видов, среди которых около 200 ядовиты.

Макромицеты состоят из двух основных частей — шляпки и ножки, которые могут быть различными по форме. В зависимости от гименофора (спороносного слоя шляпки) различают грибы трубчатые и пластинчатые [2].

Значительный интерес для использования в питании представляют грибы крупных размеров, широко распространенные в данной местности. Высокая вкусовая ценность и популярность грибов в питании обусловлена наличием в них значительного количества экстрактивных и ароматических соединений, не имеющих аналогов у других пищевых продуктов, что является значительным побудительным мотивом для использования грибов в питании населения. В грибах

содержатся белки, жиры, углеводы, минеральные вещества (включая микроэлементы железо, кобальт, молибден и селен) и витамины (витамины С, практически весь комплекс витаминов группы В, где особенно много ниацина, и жирорастворимые витамины Е и D), а также клетчатка [3–4].

Все грибы по признаку съедобности и ядовитости можно разделить на пять групп: съедобные, условно съедобные, несъедобные, ядовитые и те грибы, съедобность которых не известна. Однако это деление на группы в определенных случаях условно, поскольку одни исследователи относят конкретный вид грибов к съедобным, другие — к условно съедобным, а некоторые к несъедобным и даже ядовитым [5].

На протяжении многолетней истории человечества серьезной проблемой является то обстоятельство, что употребление населением некоторых видов грибов приводит к отравлениям, нередко с тяжелым течением и даже летальным исходом. Историки свидетельствуют, что ядовитые грибы в руках придворных интриганов являлись грозным оружием в борьбе за власть. Ядовитыми грибами были отравлены римский император Клавдий, папа римский Климент VII, французский король Карл VI и другие венценосные особы.

Несмотря на развитие биологии и медицинской науки, индивидуальные и групповые случаи отравления дикорастущими грибами часто отмечаются и в современное время практически повсеместно в местах их произрастания, включая регион Донбасса. Грибные яды по скорости действия на организм (продолжительности инкубационного периода) подразделяются на две группы: быстрого действия с кратковременным периодом инкубации — до нескольких часов после употребления грибов и замедленного действия — через 12–72 и более часов после употребления грибов. Кроме того, в конце XX века было доказано, что у людей, часто и обычно в течение ряда лет употребляющих свинушку тонкую, в крови образуются специфические

антитела (агглютинины), реагирующие на антигены гриба. Это приводит к разрушению эритроцитов крови с развитием иммуногемолитической анемии [6–9].

Систематические случаи отравления жителей дикорастущими грибами обуславливают необходимость разработки и внедрения эффективных методов диагностики, оказания неотложной помощи и лечения лиц, пострадавших при отравлении грибами [10–13].

В то же время самым важным способом успешной защиты здоровья населения при обращении с дикорастущими грибами является разработка и внедрение эффективных профилактических мероприятий, в результате которых было бы достигнуто значительное снижение случаев отравлений грибами. Так, в проводимой работе по разделу предупреждения грибных отравлений отмечаются различные недостатки, что обуславливает повсеместно высокий риск для здоровья при употреблении дикорастущих грибов [14].

**Постановка задачи.** Изучить уровень осведомленности взрослого населения о дикорастущих грибах, произрастающих в регионе Донбасса.

**Целью** настоящей работы является оценка уровня осведомленности населения о съедобных, несъедобных и ядовитых грибах, произрастающих в регионе Донбасса, с последующей подготовкой практических рекомендаций по профилактике отравлений грибами.

**Объект исследования** — уровень теоретической информированности населения о дикорастущих грибах и способности в природных условиях отличать съедобные грибы от несъедобных и ядовитых грибов.

**Предмет исследования** — сведения об информированности населения о дикорастущих грибах, грибных ядах, источниках получения данных о дикорастущих грибах, данные о способности практически в природных условиях отличать съедобные грибы от несъедобных и ядовитых грибов.

Методика исследования. Исследования проведены в Луганской Народной Респуб-

лике в условиях сложной социально-политической ситуации, сложившейся в регионе. На добровольных условиях выполнено анкетирование 500 взрослых жителей (123 мужчин и 377 женщин). При этом анкетлируемыми лицами в письменной форме было дано согласие на использование анкетных данных в обобщенном виде для последующего их применения в научных целях.

Анкета включала всего 44 вопроса и состояла из четырех разделов.

Все жители, ответившие на вопросы анкеты, были распределены на группы:

- в зависимости от вариантов ответа на поставленные вопросы;
- по полу — мужчины и женщины;
- по возрасту — до 40 лет, 41–60 лет, 61 год и более.

Статистическая обработка и интерпретация полученных данных выполнены на основе принципов классической статистики на персональном компьютере. Выполнен расчет удельного веса обследуемых лиц в зависимости от соответствующих вариантов ответов на вопросы. Для каждой группы данных проведен расчет величин показателя —  $M$  (в %) и средней ошибки показателя —  $m$ . Сравнение полученных результатов исследований выполнено по критерию (коэффициенту) Стьюдента ( $t$ ) с последующим выполнением расчета величины ошибки ( $p$ ) в зависимости от числа наблюдений ( $n$ ) в сравниваемых группах. В условиях, когда количество наблюдений в каждой из групп наблюдения более 30, различия между полученными данными приняты как достоверные при  $t \geq 1,96$  и, соответственно,  $p$  находилось в пределах от  $<0,05$  до  $<0,001$ .

**Изложение материала. На первом этапе исследован интерес населения к дикорастущим грибам.** Установлено, что из всех анкетированных жителей интересуются дикорастущими грибами —  $21,40 \pm 1,83$  %, затрудняются в ответе —  $32,20 \pm 2,09$  % и грибами не интересуются —  $46,40 \pm 2,23$  %. При этом удельный вес жителей (мужчины + женщины), которые интересуются грибами, ниже в возрастной груп-

пе до 40 лет —  $13,22 \pm 3,08$  %, по сравнению с 41–60 лет —  $25,00 \pm 2,84$  % ( $p=0,006$ ) и с возрастом 61 год и старше —  $22,45 \pm 3,44$  % ( $p=0,048$ ). Аналогичные различия достоверны также отдельно среди женщин —  $12,63 \pm 3,41$  %, по сравнению с  $25,88 \pm 3,36$  % ( $p=0,006$ ) и  $25,00 \pm 4,09$  % ( $p=0,022$ ). В то же время лиц, которые грибами не интересуются, больше в возрастной группе до 40 лет —  $52,07 \pm 4,54$  %, по сравнению с 41–60 лет —  $40,95 \pm 3,23$  % ( $p=0,047$ ), в том числе среди женщин —  $57,89 \pm 5,07$  %, по сравнению с  $40,00 \pm 3,76$  % ( $p=0,005$ ).

Также установлено, что в возрастной группе до 40 лет удельный вес не интересующихся грибами женщин —  $57,89 \pm 5,07$  %, что больше по сравнению с мужчинами данного возраста —  $30,77 \pm 9,05$  % ( $p=0,013$ ).

Таким образом, около половины взрослых жителей не интересуется дикорастущими грибами. При этом меньше всего лиц, имеющих интерес к этим грибам, в возрастной группе до 40 лет, особенно среди женщин данного возраста.

**Далее выполнена оценка изучения населением литературы о дикорастущих грибах.** Из анкетированных жителей изучают литературу о дикорастущих грибах  $48,60 \pm 2,24$  %, изучают иногда —  $40,20 \pm 2,19$  % и вообще не изучают —  $11,20 \pm 1,41$  %. Удельный вес жителей (мужчины + женщины), которые изучают литературу о грибах, ниже в возрастной группе до 40 лет —  $6,61 \pm 2,26$  %, по сравнению с 41–60 лет —  $14,22 \pm 2,29$  % ( $p=0,019$ ). Аналогичные различия достоверны также отдельно среди мужчин —  $3,85 \pm 3,77$  %, по сравнению с  $17,74 \pm 4,85$  % ( $p=0,030$ ). При этом, лиц, не изучающих литературу о дикорастущих грибах, больше в возрастной группе 61 год и старше —  $57,14 \pm 4,08$  %, по сравнению с 41–60 лет —  $43,97 \pm 3,26$  % ( $p=0,013$ ), в том числе среди женщин —  $56,25 \pm 4,69$  %, по сравнению с  $40,00 \pm 3,76$  % ( $p=0,008$ ).

Следовательно, всего половина жителей часто или иногда изучает литературу о дикорастущих грибах. При этом меньше все-

го проявляют интерес к изучению литературы о дикорастущих грибах жители крайних возрастных групп — до 40 лет, а также в 61 год и старше. По нашему мнению, это обусловлено тем, что молодые люди в большей мере заняты другими делами, а пожилые уверены в том, что уже достаточно проинформированы о грибах, исходя из собственного жизненного опыта.

**Проведена оценка получения сведений о дикорастущих грибах населением от разных людей.** Из анкетированных жителей 60,20±2,19 % получают сведения о дикорастущих грибах от других людей. В возрастной группе до 40 лет (мужчины + женщины) количество жителей, получающих сведения о грибах от других людей — 67,77±4,25 %, что достоверно больше, чем в возрасте 61 год и старше — 53,06±4,12 % ( $p=0,014$ ). Аналогичные различия достоверны также среди мужчин — 92,31±5,23 %, по сравнению с — 45,71±8,42 % ( $p<0,001$ ).

При этом в возрастной группе до 40 лет удельный вес мужчин, получающих сведения о дикорастущих грибах от других людей — 92,31±5,23 %, что достоверно выше, по сравнению с женщинами данной возрастной группы — 61,05±5,00 % ( $p<0,001$ ).

Согласно анкетированию информацию о дикорастущих грибах респонденты чаще всего получают от друзей (1-е ранговое место) — 30,80±2,06 %, на 2-м ранговом месте находятся родственники — 30,40±2,06 %, на 3-м месте коллеги — 26,80±1,98 %, на 4-м соседи — 18,60±1,74 %, на 5-м другие знакомые — 4,60±0,94 %, на 6-м преподаватели — 3,20±0,79 % и на последнем 7-м месте незнакомые — 2,00±0,63 %. Достоверных различий в ответах между возрастными и половыми группами жителей не обнаружено ( $p>0,05$ ).

**Оценка способности населения теоретически разбираться в дикорастущих грибах.** Из анкетированных жителей теоретически, основываясь на данных литературы, в дикорастущих грибах разбираются — 20,80±1,82 %, затрудняются в ответе — 35,60±2,14 % и в грибах не разбираются —

43,60±2,22 %. Удельный вес жителей (мужчины + женщины), которые в грибах разбираются, выше в возрастной группе 41–60 лет — 25,43±2,86 %, по сравнению с возрастом 61 год и старше — 15,65±3,00 % ( $p=0,019$ ). Указанные различия достоверны также среди женщин — 28,82±3,47 %, по сравнению с 16,96±3,55 % ( $p=0,018$ ). Кроме того, женщин, которые в грибах разбираются, больше в возрасте 41–60 лет — 28,82±3,47 %, чем до 40 лет — 16,84±3,84 % ( $p=0,023$ ). При этом в возрасте 41–60 лет женщин, разбирающихся в дикорастущих грибах — 28,82±3,47 %, что достоверно больше, по сравнению с мужчинами данной возрастной группы — 16,13±4,67 % ( $p=0,032$ ).

Таким образом, из общей совокупности анкетированных граждан только один из пяти человек теоретически разбирается в дикорастущих грибах. При этом меньше всего разбираются в грибах представители крайних возрастных групп — до 40 лет, а также 61 год и старше. Лучше всего разбираются в этих грибах женщины средней возрастной группы — 41–60 лет.

**Оценка информированности населения о грибных ядах.** Из анкетированных жителей проинформированы о грибных ядах всего 41,00±2,20 % жителей. Удельный вес жителей (мужчины + женщины), которые проинформированы о грибных ядах, выше в возрастной группе 41–60 лет — 46,12±3,27 %, по сравнению с возрастом 61 год и старше — 34,01±3,91 % ( $p=0,018$ ). Указанные различия достоверны также среди женщин — 50,59±3,83 %, по сравнению с 35,71±4,53 % ( $p=0,013$ ). В возрасте 41–60 лет женщин, проинформированных о грибных ядах — 50,59±3,83 %, что достоверно больше, по сравнению с мужчинами данной возрастной группы — 33,87±6,01 % ( $p=0,021$ ).

Следовательно, менее половины анкетированных граждан проинформированы о грибных ядах. Меньше всего располагают сведениями о грибных ядах представители крайних возрастных групп — до 40 лет, а также 61 год и старше. Лучше всего раз-

бираются в этих ядах женщины средней возрастной группы — 41–60 лет.

**Оценка способности граждан практически отличить ядовитые грибы от съедобных.** Из анкетированных жителей практически могут отличать ядовитые грибы от съедобных — 22,20±1,86 %, затрудняются в ответе — 41,00±2,20 % и не способны отличать — 36,80±2,16 %. Удельный вес жителей (мужчины + женщины), которые не способны отличать ядовитые грибы от съедобных, выше в возрастной группе 61 год и старше — 46,94±4,12 %, по сравнению с возрастом до 40 лет — 21,49±3,73 % ( $p < 0,001$ ). Аналогичные различия достоверны также среди женщин — 47,32±4,72 %, по сравнению с 22,11±4,26 % ( $p < 0,001$ ).

Таким образом, только 22,20±1,86 % жителей способны отличать ядовитые грибы от съедобных. Меньше всего способны отличать ядовитые грибы от съедобных граждане в возрасте 61 год и старше.

**Сведения о наблюдении гражданами несъедобных и ядовитых грибов в природных условиях.** Установлено, что из всех проанкетированных жителей видели несъедобные и ядовитые грибы в природных условиях — 81,00±1,75 % жителей. Достоверных различий в ответах между возрастными и половыми группами жителей не обнаружено ( $p > 0,05$ ).

Сведения об известных жителям видах ядовитых грибов, которые они видели в природных условиях, представлены в таблице 1.

Таблица 1

Распределение жителей в зависимости от известных им видов ядовитых грибов, которые они видели в природных условиях, % (n = 500)

Виды ядовитых грибов	Удельный вес жителей в зависимости от ответа на вопрос, %						t/p*
	все жители M±m	Ранг	мужчины M±m	Ранг	женщины M±m	Ранг	
1	2	3	4	5	6	7	8
1. Бледная поганка	66,60±2,11	1	71,55±4,07	2	64,99±2,45	1	t = 1,38, p > 0,05
2. Мухомор красный	64,60±2,14	2	73,17±1,99	1	61,80±2,50	2	t = 3,56, p < 0,001
3. Мухомор пантерный	6,40±1,10	7	5,70±2,09	5	6,63±1,28	6	t = 0,38, p > 0,05
4. Мухомор порфиновый	3,00±0,76	13	4,06±1,78	7	2,65±0,83	15	t = 0,72, p > 0,05
5. Мухомор вонючий (белый)	4,60±0,94	9	4,88±1,94	6	4,51±1,07	10	t = 0,17, p > 0,05
6. Ложноопенок серо-желтый	14,80±1,59	3	11,38±2,86	3	15,92±1,88	3	t = 1,33, p > 0,05
7. Ложноопенок кирпично-красный	3,80±0,86	12	3,25±1,60	8	3,98±1,01	11	t = 0,39, p > 0,05
8. Сатанинский гриб	6,60±1,11	6	7,32±2,35	4	6,37±1,26	7	t = 0,36, p > 0,05
9. Желчный гриб	4,20±1,00	10	5,70±2,09	5	3,71±0,97	12	t = 0,86, p > 0,05
10. Шампиньон желтокожий рыжеющий	4,60±0,94	9	7,32±2,35	4	3,71±0,97	12	t = 1,42, p > 0,05
11. Лисичка ложная	13,80±1,54	4	11,38±2,86	3	14,59±1,82	4	t = 0,95, p > 0,05
12. Строчок обыкновенный	3,00±0,76	13	2,44±1,39	9	3,18±0,90	14	t = 0,45, p > 0,05

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8
13. Говорушка восковатая (сероватая)	4,00±0,88	11	5,70±2,09	5	3,45±0,94	13	t=0,98, p>0,05
14. Свинушка тонкая	4,60±0,94	10	4,06±1,78	7	4,77±1,10	9	t=0,34, p>0,05
15. Рядовка бело-коричневая	5,40±1,01	8	3,25±1,60	8	6,10±1,23	8	t=1,41, p>0,05
16. Ложнодождевик обыкновенный	8,40±1,24	5	11,38±2,86	3	7,43±1,35	5	t=1,25, p>0,05
17. Другие ядовитые грибы	0,80±0,40	14	0,81±0,81	10	0,80±0,46	16	t=0,01, p>0,05
Нет ответа на вопрос	16,40±1,66	-	13,00±3,03	-	17,51±1,96	-	t=1,25, p>0,05

\*В таблице приведены сведения о достоверности различия между мужчинами и женщинами.

Согласно полученным данным, в общей группе жителей (мужчины + женщины) наибольшее количество жителей (1-е ранговое место) видели в природных условиях бледную поганку — 66,60±2,11 %, 2-е место занимает мухомор красный — 64,60±2,14 %, 3-е место — ложноопенок серо-желтый — 14,80±1,59 %, 4-е место — лисичка ложная — 13,80±1,54 %, 5-е место — ложнодождевик обыкновенный — 8,40±1,24 % и так далее. При этом, в природных условиях достоверно чаще видели мухомор красный мужчины — 73,17±1,99 % по сравнению с женщинами — 61,80±2,50 % (p<0,001). Кроме того, в то время, как в общей группе жителей (мужчины + женщины) и среди женщин наблюдаемая ими в природных условиях бледная поганка занимает 1-е ранговое место, в группе мужчин на 1-м ранговом месте находится мухомор красный, а бледная поганка — на 2-м месте. Это свидетельствует о преимущественно конкретно-образном восприятии мужчинами ярко выраженного на общем фоне лесного массива явно заметного мухомора красного.

**Распределение жителей в зависимости от способа определения съедобных дикорастущих грибов.** Из анкетированных жителей лично определяли все съедобные грибы — 17,67±2,34 %, постоянно пользовались советами других лиц — 19,55±2,43 % и использовали оба подхода — 62,78±2,96 %.

Достоверных различий в ответах между возрастными и половыми группами жителей не обнаружено (p>0,05).

Полученные результаты исследований свидетельствуют о низком уровне осведомленности населения о дикорастущих грибах и грибных ядах. Это обстоятельство является потенциальным фактором риска отравлений жителей дикорастущими грибами.

Недостаточный уровень осведомленности населения о дикорастущих грибах во многом обусловлен неправильным подходом к пропагандистской и санитарно-просветительной работе. Принцип указанного подхода в некоторых регионах и городах заключается в полном официальном запрете сбора, реализации и употребления всех дикорастущих грибов. При этом разъяснительной работе, предусматривающей конкретно обучение жителей распознаванию (установление отличия) съедобных грибов от ядовитых, не уделяется должного внимания. Указанный подход в деятельности по профилактике отравлений дикорастущими грибами можно было бы признать единственно верным только в том случае, если бы все жители полностью прекратили сбор и употребление этих грибов. Однако население по различным объективным причинам не прекращает сбор, приготовление, распространение (продажа или передача другим людям) и употребле-

ние дикорастущих грибов, что приводит к отравлениям этими грибами.

В целях профилактики отравлений населения дикорастущими грибами наиболее целесообразным является комплекс мероприятий, предусматривающий рациональное сочетание двух основных подходов:

– во-первых, рекомендовать гражданам, не разбирающимся в дикорастущих грибах, отказаться от их сбора, приобретения, приготовления и употребления;

– во-вторых, осуществлять научно обоснованные и практически целесообразные меры, направленные на повышение информированности населения о правилах распознавания, сбора, хранения, приготовления и употребления дикорастущих грибов.

В процессе реализации указанного подхода в Алчевской городской санитарно-эпидемиологической станции (СЭС) проводится санитарно-просветительная работа, направленная на повышение уровня осведомленности населения о дикорастущих грибах. С этой целью выполнено в табличной форме четкое и системное изложение критериев (признаков) отличия съедобных грибов от ядовитых. Всего было составлено 16 таблиц, в том числе 4 для отличия трубчатых грибов, 10 для отличия пластинчатых грибов и 2 для прочих грибов. Указанные таблицы изложены в изданной типографским способом книге «Грибы и здоровье» [4, 14]. Экземпляры указанных книг были переданы в библиотеки, медицинские вузы, лечебно-профилактические и образовательные учреждения, санитарно-эпидемиологические станции (СЭС) и т. д.

Для осуществления широкомасштабной санитарно-просветительной работы по различным направлениям, включая профилактику отравлений дикорастущими грибами, была создана Луганская областная научно-популярная медицинская газета «Человек и здоровье». Некоторые номера данной газеты были практически полностью посвящены вопросам профилактики отравлений дикорастущими грибами, а в других отдель-

ных номерах публиковались статьи соответствующей тематики. Газеты по вопросам профилактики отравлений грибами тиражом от 1000 до 5000 экземпляров распространялись повсеместно на предприятиях, в учреждениях (особенно детских и лечебно-профилактических), организациях и среди широких слоев населения.

Кроме того, в 2022 году в Алчевской городской СЭС изготовлены специальные стенды, на которых размещены в целях информирования населения фотографии с названиями 32 съедобных и 20 ядовитых дикорастущих грибов с подписями на русском и латинском языках (рис. 1–3).

Предложена инициатива подготовки и издания для специалистов и населения общедоступных региональных справочных пособий (атласов) с целью определения конкретных дикорастущих грибов, произрастающих на определенных природно-климатических территориях страны. Указанные издания должны содержать текстовые описания грибов, сведения о местах и периодах их произрастания, цветные фотографии (общий вид сверху и сбоку, нижней поверхности шляпки), таблицы с критериями (признаками) отличия съедобных грибов от ядовитых, информацию о съедобности или несъедобности (особенно ядовитости) грибов, данные о наличии токсинов и их характеристиках в грибах, рекомендации по правильному приготовлению и употреблению съедобных грибов и указания по оказанию первой помощи в случае отравления ядовитыми грибами.

Необходимость подготовки, распространения и использования указанных изданий в значительной мере объясняется тем, что своевременное и правильное распознавание ядовитых грибов, во-первых, позволит реально снизить риск отравления грибами и, во-вторых, предоставит возможность медицинским работникам более эффективно оказывать неотложную помощь, включая применение соответствующих антидотов (противоядий) к грибным ядам для спасения жизни пострадавших.



Рисунок 1 Стенд с фото трубчатых и пластинчатых съедобных грибов



Рисунок 2 Стенд с фото пластинчатых и прочих съедобных грибов



Рисунок 3 Стенд с фото ядовитых грибов

С целью подготовки в перспективе регионального справочного пособия для определения дикорастущих грибов, произрастающих на территории Донбасса, и создания в ближайшее время оптимальных условий для распознавания населением и специалистами различных видов дикорастущих грибов периодически проводятся выезды в лесные массивы с проведением фотосъемок грибов, с их распознаванием и описанием. В перспективе планируется издание регионального справочного пособия (атласа) дикорастущих грибов, произрастающих в регионе Донбасса.

**Выводы и направление дальнейших исследований.**

В результате проведенных исследований было установлено:

1. Около половины (46,40±2,23 %) взрослых жителей не интересуется дикорастущими грибами. Меньше всего лиц, имеющих интерес к этим грибам, в возрастной группе до 40 лет, особенно среди женщин данного возраста.

2. Половина жителей 48,60±2,24 % изучает литературу о дикорастущих грибах. Меньше всего проявляют интерес к изучению литературы о дикорастущих грибах жители крайних возрастных групп — до 40 лет, а также в 61 год и старше. Это обусловлено тем, что молодые люди в большей мере заняты другими делами, а пожилые уверены в том, что уже достаточно проинформированы о грибах, исходя из собственного жизненного опыта.

3. Из анкетированных жителей чаще всего (1-е ранговое место) предоставляют данные о дикорастущих грибах друзья — 30,80±2,06 %, на 2-м ранговом месте находятся родственники — 30,40±2,06 %, на 3-м месте коллеги — 26,80±1,98 %, на 4-м соседи — 18,60±1,74 %, на 5-м другие знакомые — 4,60±0,94 %, на 6-м преподаватели — 3,20±0,79 % и на последнем 7-м месте незнакомые — 2,00±0,63 %.

4. Из всех анкетированных граждан только один из пяти человек теоретически разбирается в дикорастущих грибах. Лучше

всего разбираются в этих грибах женщины средней возрастной группы — 41–60 лет.

5. Менее половины анкетированных граждан (41,00±2,20 %) проинформированы о грибных ядах. Меньше всего располагают сведениями о грибных ядах представители крайних возрастных групп — до 40 лет, а также 61 год и старше. Только 22,20±1,86 % жителей способны отличать ядовитые грибы от съедобных. Хуже всего отличают ядовитые грибы от съедобных граждане в возрасте 61 год и старше.

6. В общей группе жителей (мужчины + женщины) наибольшее количество лиц (1-е ранговое место) видели в природных условиях бледную поганку — 66,60±2,11 %, 2-е место занимает мухомор красный — 64,60±2,14 %, 3-е место — ложноопенок серо-желтый — 14,80±1,59 %, 4-е место — лисичка ложная — 13,80±1,54 %, 5-е место —

ложнодождевик обыкновенный — 8,40±1,24 % и так далее. При этом в природных условиях достоверно чаще замечали мухомор красный мужчины — 73,17±1,99 % по сравнению с женщинами — 61,80±2,50 %. Это свидетельствует о преимущественно конкретно-образном восприятии мужчинами ярко выраженного на общем фоне лесного массива явно заметного мухомора красного.

По результатам проведенных исследований разработан комплекс научно обоснованных мероприятий, направленных на профилактику отравлений населения дикорастущими грибами. В перспективе планируется подготовка и издание регионального справочного пособия для определения дикорастущих грибов, произрастающих на территории Донбасса.

### Библиографический список

1. Сержанина, Г. И. На грибных тропинках [Текст] / Г. И. Сержанина. — Минск : Ураджай, 1990. — 160 с.
2. Грибы СССР [Текст] / М. В. Горленко, М. А. Бондарцева, Л. В. Гарибова и др. ; отв. ред. М. В. Горленко. — М. : Мысль, 1980. — 303 с.
3. Петровский, К. С. Гигиена питания [Текст] : учебник / К. С. Петровский. В. Д. Ванханен. — 3-е изд., переаб. и доп. — М. : Медицина, 1981. — 528 с.
4. Ванханен, В. Д. Грибы и здоровье [Текст] / В. Д. Ванханен, С. В. Капранов. — Донецк, 1997. — 95 с.
5. Легкий, Е. Н. Гигиенические аспекты отравлений грибами в степной зоне Украинской ССР [Текст] : автореф. дис. ... канд. мед. наук / Е. Н. Легкий. — Донецк, 1985. — 18 с.
6. Спрудзан, О. Е. Отравление *Tinctura Amanita Muscaria* [Текст] / О. Е. Спрудзан // Вестник клинической больницы № 51. — 2012. — № 9. — С. 74–75.
7. Шмылина, О. А. Особенности диагностики при групповых отравлениях грибами [Текст] / О. А. Шмылина, А. И. Болотников, С. Х. Сарманаев // Вестник клинической больницы № 51. — 2012. — № 9. — С. 89–92.
8. Жданов, В. В. Ретроспективна оцінка ризику отруєнь дикорослими грибами населення Луганської області [Текст] / В. В. Жданов. С. В. Бірюков // Гігієнічна наука та практика: сучасні реалії : матеріали XV з'їзду гігієністів України. — Львів, 2012. — С. 143–144.
9. Жданов, В. В. Ретроспективний огляд випадків отруєнь населення дикорослими грибами у Луганській області [Текст] / В. В. Жданов. С. В. Бірюков, С. О. Варнакова // Актуальні питання гігієни та екологічної безпеки України : збірка тез доповідей науково-практичної конференції (сьомі марзєєвські читання). — Київ, 2014. — Вип. 14. — С. 237–240.
10. Спицин, О. Н. Неотложная помощь пострадавшим [Текст] / О. Н. Спицин, С. В. Сацута, С. В. Капранов. — Луганск : Луганский государственный медицинский университет, 2002. — 130 с.
11. Полякова, Ж. А. Особенности диагностики и лечения отравлений грибами при массовых поступлениях больных [Текст] : автореф. дис. ... канд. мед. наук : 14.00.37 / Полякова Жанна Анатольевна ; Воронежская государственная медицинская академия им. Н. Н. Бурденко МЗ РФ. — Воронеж, 2004. — 24 с.

12. Недашківський, С. М. Отруєння грибами: діагностика, патофізіологія, клінічні прояви та невідкладна допомога. Сучасні підходи [Текст] / С. М. Недашківський // Медицина неотложных состояний. — 2014. — № 2 (57). — С. 95–101.

13. Токсичні синдроми при гострих отруєннях умовно їстівними та отруйними грибами [Текст] / Н. В. Курділь, В. М. Падалка, О. В. Іващенко та ін. // Медицина неотложных состояний. — 2016. — № 2 (73). — С. 111–119.

14. Капранов, С. В. Разработка комплекса эффективных мероприятий по профилактике отравлений дикорастущими грибами [Текст] / С. В. Капранов // Архив клинической и экспериментальной медицины. — 2021. — Т. 30. — № 4. — С. 374–380.

© Капранова Г. В.

© Капранов С. В.

© Тарабцев Д. В.

© Мельникова З. В.

© Мельникова С. Е.

*Рекомендована к печати заведующим ТО ГУ «ЛРСПК» ЛНР Швайко В. А.,  
к. фарм. н., доц., зав. каф. ЭБЖД ДонГТИ Фёдоровой В. С.*

Статья поступила в редакцию 20.02.2023.

**Ph.D. Ped. Kapranova G. V.** (Alchevsk information and methodological center, Alchevsk, LPR, galya.kapranova.63@mail.ru), **Dr. Med. Kapranov S. V., Tarabtsev D. V.** (Alchevsk Municipal Sanitary and Epidemiological Department, Alchevsk, LPR, alch\_ses\_ok@mail.ru), **Melnikova Z. V.** (Scientific Association “Republican Minor Academy of Sciences”, Lugansk, LPR, zlatamelnikova266@gmail.com), **Melnikova S. E.** (Alchevsk blood transfusion station, Alchevsk, LPR, snezhan7@gmail.com)

#### **ASSESSMENT ON THE LEVEL OF AWARENESS OF THE POPULATION ABOUT WILD MUSHROOMS**

*An assessment was made on the level of public awareness of edible, inedible and poisonous mushrooms growing in the Donbass region. It has been established that only half of the inhabitants (48.60±2.24 %) study the literature on wild mushrooms. Of all the surveyed citizens, only one out of five people theoretically sort out wild mushrooms. Middle-aged women, 41–60 years old, best of all sort out in these mushrooms. Less than half of the surveyed citizens (41.00±2.20 %) were informed about mushroom poisons. Representatives of the extreme age groups — up to 40 years old, as well as 61 years old and older — have the least information about mushroom poisons. Only 22.20±1.86 % of the inhabitants are able to distinguish poisonous mushrooms from edible ones. The results of the research indicate a low level of public awareness of wild mushrooms and mushroom poisons. This circumstance is a potential risk factor for the residents' poisoning by wild mushrooms.*

*A set of evidence-based measures for the prevention of poisoning by wild mushrooms has been developed and is being implemented.*

**Key words:** wild mushrooms, adult population, prevention of mushroom poisoning.

УДК 697.947

**Коновалов С. А.**  
(НИПКИ «Параметр» ДонГТИ, г. Алчевск, ЛНР, ks2258@yandex.ru)

## ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ И СОВРЕМЕННЫЕ УСТРОЙСТВА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ОЗОНА

*В работе дан краткий исторический обзор развития технологии получения и применения озона. Описан механизм и условия получения озона под действием барьерного электрического разряда. Представлены особенности конструкции и характеристики озонаторов, а также некоторые аспекты технологии получения озона в озонаторах. Кратко обозначены перспективы разработки новых методов получения и применения озона.*

**Ключевые слова:** озон, озонаторы, барьерный разряд, разрядник, диэлектрический слой, повышающий трансформатор, концентрация озона, конструкции озонаторов.

**Проблема и её связь с научными и практическими задачами.** Ни для кого не секрет, что мы живём в мире, загрязнённом техногенными и бытовыми отходами — продуктами нашей человеческой жизнедеятельности. Как защитить себя от негативного воздействия вредных и опасных веществ, засоривших окружающую среду, или максимально снизить их воздействие на человеческий организм?

Известно, что природа — это самоочищающаяся и самовосстанавливающаяся система, у которой предусмотрен механизм, позволяющий выжить в неблагоприятных условиях и/или перевести эти неблагоприятные условия в разряд благоприятных. Сама природа для решения этого вопроса даёт нам эффективную и экономичную экологически чистую технологию, основанную на использовании озона — озонирование.

Озон ( $O_3$ ) — один из самых мощных природных окислителей, единственное химическое вещество, способное восстанавливать чистоту воздуха.

По своей реакционной способности  $O_3$  занимает второе место после фтора и значительно превосходит другие окислители.

Озон подавляет вирусы, частично разрушая их оболочку. При воздействии озона на микроорганизмы локально повреждается их клеточная мембрана, что приводит к гибели или невозможности к размножению. Установлено, что газообраз-

ный озон убивает практически все виды бактерий, вирусов, плесневых и дрожжеподобных грибов и простейших. При его концентрации от 1 до 5 мг/м<sup>3</sup> в течение 20 минут приводит к гибели 99,9 % стафилококков, стрептококков, мукобактерий, кишечной и синегнойной палочек, протеев, клебсиеллы, сальмонеллы, возбудителей дизентерии и других.

Природная концентрация  $O_3$  в атмосферном воздухе составляет от 0,002 до 0,02 мг/м<sup>3</sup> и рассматривается, как показатель чистоты и свежести.

Озон был открыт в 1785 году голландским ученым Мак Ван Марумом. Сразу было отмечено главное свойство  $O_3$  — очень высокая окислительная способность, гораздо выше, чем у кислорода. Поэтому озон стали использовать для борьбы с микроорганизмами [1].

В 1832 году профессор Базельского университета Кристиан Фридрих Шонбейн подробно исследовал способы получения озона и дал название этому газу — «озон» (от греческого слова «пахнущий»).

В 1881 году доктор Келлог (Kellogg) рекомендовал использовать озон для дезинфекции. Но настоящая революция в использовании озона для стерилизации произошла после патентования и начала массового производства генераторов озона.

До середины XIX века попытки создания таких генераторов были безуспешными.

Считается, что первый медицинский образец генератора создан в 1857 году В. Сименсом (создатель компании Siemens), тогда же проведены и первые бактериологические испытания воздействия озона на патогенную бактериальную и грибковую флору. Однако понадобилось еще 29 лет для того, чтобы запатентовать промышленный генератор озона. Патент на изобретение принадлежит Николе Тесле (Nikola Tesla).

В 1900 году после патентования было начато массовое производство генераторов  $O_3$ , которые являются предшественниками современных озонаторов.

В 1957 году И. Ханслер (Германия) представил медицинский озоновый генератор (фирма «Озоносан»), вырабатывающий  $O_3$  при подаче кислорода с помощью кислородного баллона. С этих пор начинается развиваться несколько направлений по применению озона в дезинфекции, стерилизации и лечении.

Первые сведения об использовании  $O_3$  в обработке колотых и огнестрельных ран зафиксированы в период Первой мировой войны.

В 1935 году профессор Эрвин Пастер (Австрия) опубликовал работу «Лечение озоном в хирургии». К. А. Фиш описал свой опыт применения  $O_3$  в стоматологической практике. В Германии перед Второй мировой войной появилось много медицинских клиник по озонотерапии.

Озоновые технологии применяются в медицине уже более 150 лет и по всему миру зарегистрировано не менее ста тысяч врачей, использующих  $O_3$  в качестве лечебного средства.

В 1950–1990 гг. в СССР проводились исследования и технические разработки по созданию озонаторов и озоновых технологий. Однако, с появлением антибиотических лекарственных средств озонотерапия была несправедливо вытеснена из медицинской практики на 60–70 лет. Это произошло из-за отсутствия озоноустойчивых материалов, а также из-за громоздкости озоновых генераторов того поколения.

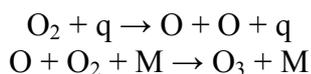
Сегодня озоновая технология и природный дезинфектант  $O_3$  требуют дополнительного анализа возможностей, разработки новых методов применения, оценки реальных перспектив озоновых технологий в медицинской практике, в пищевой промышленности, в быту и т. д.

Не следует забывать, что озон является ядовитым газом [2].

Однако это актуально только при больших концентрациях. Согласно ГОСТ 12.1.007-76 предельно-допустимая разовая концентрация (ПДК) озона в воздухе —  $0,16 \text{ мг/м}^3$ , а средняя суточная не должна превышать  $0,03 \text{ мг/м}^3$  [3]. Значит, в небольшом количестве озон не представляет опасности для человека. Порог ощущения характерного запаха озона органами обоняния человека составляет  $0,004\text{--}0,015 \text{ мг/м}^3$ , что в 10 раз ниже ПДК. Поэтому ощущение запаха озона человеком полностью безопасно. Кроме того, концентрация озона самопроизвольно очень быстро снижается в результате реакций окисления. Поэтому, соблюдая простые правила техники безопасности при работе с озоном, можно эффективно использовать его без вреда для человека.

Итак, **целью** данной работы является изучение способов получения и применения озона. **Объект исследования** — устройства для получения озона (озонаторы). **Предмет исследования** — процесс получения озона в озонаторах.

**Изложение материала.** Наиболее экономически целесообразным способом получения озона для промышленного использования является его синтез в электрических разрядах из кислорода или кислородосодержащих смесей газов. Озон синтезируется в среде, содержащей кислород, если возникнут условия, при которых образуется атомарный кислород или молекулярный кислород диссоциирует на атомы. То есть при получении озона в газовой среде основным является диссоциативный механизм его синтеза. Условно группа реакций, приводящая к синтезу озона по диссоциативному механизму, следующая:



где  $q$  — частица высокой энергии (электрон, фотон, возбужденный атом и т. д.);  $M$  — любая частица, например, атом или молекула кислорода, молекула озона, атом или молекула примеси.

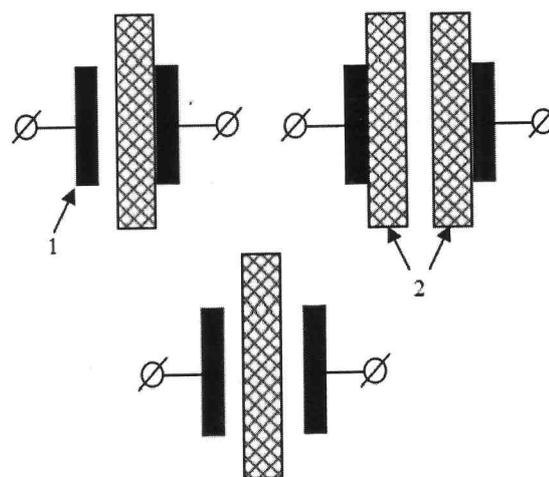
Вообще синтез озона — процесс эндотермический. Для его осуществления требуются затраты внешней энергии, которая расходуется в том числе на диссоциацию кислорода.

Образование озона возможно во всех известных формах электрического разряда в среде, содержащей кислород. При этом диссоциация молекул кислорода в разрядах в газовой среде в основном осуществляется за счет столкновения молекул с ускоренными в электрическом поле электронами (диссоциация электронным ударом).

Наиболее экономичным для электросинтеза озона с точки зрения затрат энергии считаются барьерные (тихие) разряды в потоке газа, содержащего кислород [4]. В промышленных генераторах озона, как правило, реализуется барьерный разряд в объеме.

Под барьерным разрядом понимают разряд, возникающий в газе в разрядном промежутке между электродами, под действием приложенного к ним напряжения, при этом хотя бы один из электродов должен быть покрыт слоем диэлектрика (барьером) [5].

На рисунке 1 показаны схемы конфигурации электродов для получения барьерного разряда [6]. Разряд происходит в промежутке между диэлектриком и электродом или между двумя диэлектриками. Поскольку электроды и диэлектрики обычно представляют собой плоские поверхности, разряд в промежутке между ними является объемным. Молекулы кислорода, находящиеся в области (в объеме) разряда под воздействием ускоренных в электрическом поле электронов распадаются на атомарный кислород с дальнейшим образованием озона.



1 — электроды; 2 — диэлектрик

Рисунок 1 Основные схемы конфигураций электродов для получения барьерного разряда

Диэлектрический слой ограничивает ток разряда и придает барьерному разряду в разрядном газовом промежутке равномерный характер. Наличие диэлектрического слоя играет важную роль в процессе электросинтеза озона, и его свойства определяют в целом качество, надежность и производительность генератора. Наличие диэлектрического слоя также обуславливает применение для питания генератора озона источника переменного или импульсного напряжения.

При синтезе озона в промышленных условиях применяют генераторы с разрядными промежутками 0,1–4 мм, диэлектрическими слоями толщиной 0,2–3 мм с относительной диэлектрической проницаемостью 5–50 Ф/м. В качестве материалов для диэлектрических слоев наиболее часто используются различные типы стекол, реже керамики, слоистых пластиков и пластмасс. Материалами для электродов служат нержавеющая сталь, алюминий или титан и их сплавы. Напряжение электропитания генераторов озона составляет 1–30 кВ, и обеспечивается применением согласующих повышающих трансформаторов. Рабочие частоты генераторов озона находятся в диапазоне, в котором пробивное напряжение практически не зависит от час-

тоты, и составляют 0,05–20 кг/ц. Барьерный разряд осуществляется в потоке протекающего через разрядный промежуток газа при относительно невысоких давлениях и сравнительно низких скоростях.

Рассматривая конструкции генераторов озона с барьерным разрядом, можно отметить, что они представляют собой электрический прибор, конструктивно подобранный многослойному конденсатору, имеющему два или более промежутка между электродами, состоящими из слоя диэлектрика (барьера) и газоразрядного слоя. Форма и расположение электродов при этом могут быть различными и не оказывают существенного влияния на концентрацию озона. Специфика конструкций озонаторов в целом заключается также в применении в них материалов, стойких к процессам окисления, таких как нержавеющая сталь, стекло, пластмассы, слоистые пластики и т. д., а токоведущие части должны быть тщательно изолированы от воздействия озона.

Кроме конструкции на синтез озона оказывают существенное влияние внешние факторы, такие как температура, влажность, уровень загрязнения газовой смеси. Так, влияние температуры на кинетику разряда в воздухе проявляется достаточно четко — повышение температуры приводит к снижению концентрации озона в газоразрядном промежутке [4]. Появление влаги или загрязняющих примесей в воздухе также приводит к снижению концентрации озона.

Работниками НИЛ ПТЭ и ЭС НИПКИ «Параметр» ДонГТИ были разработаны несколько типов озонаторов различных мощностей (100–250 Вт) и, соответственно, производительности (рис. 2 и 3). Для синтеза озона в них использован разрядник, где в качестве диэлектрика применялось стекло, а электроды выполнены из алюминиевой фольги.

Высокое напряжение импульсного типа (15 кВ), подаваемое на разрядник через повышающий трансформатор, обеспечи-

вало формирование барьерного разряда в промежутках между электродами разрядника. Воздух, нагнетаемый вентилятором, проходит через разрядник, где под действием барьерного разряда из кислорода синтезируется озон. Установка времени включения и отключения озонатора осуществляется от переключателя — программируемого таймера, который позволяет автоматически включать и отключать озонатор в любое время в течение суток или недели по заданной программе.

Наиболее слабым местом электрической части озонатора является повышающий трансформатор, который в процессе работы подвергается воздействию высокого напряжения, иногда в комплексе с загрязненным воздухом или озоном, что нередко может приводить к электрическому пробое и выходу из строя трансформатора.



Рисунок 2 Озонатор «Шторм 911»

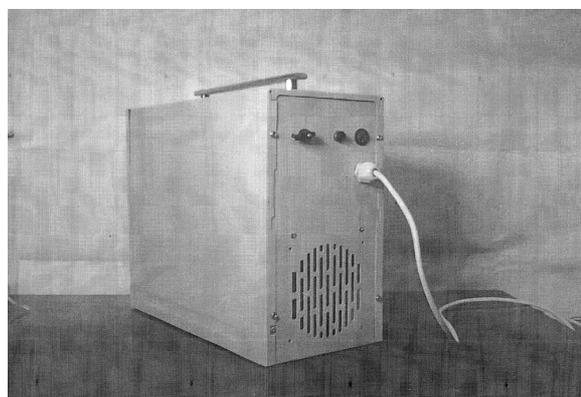


Рисунок 3 Озонатор «Озон 6»

В озонаторах «Шторм 911» и «Озон 6» применена разработанная нами оригинальная конструкция повышающего трансформатора, который имеет удлиненный сердечник, что позволило равномерно распределить обмотку высокого напряжения, выполнив ее в один слой, тем самым максимально пространственно удалив друг от друга начало и конец обмотки, то есть точки, между которыми формируется наибольшая разность потенциалов. Такой трансформатор продемонстрировал очень высокую надежность на протяжении нескольких лет эксплуатации.

Наши озонаторы применяются в мясоперерабатывающей промышленности Луганского региона. В частности, они широко и успешно использовались для борьбы с плесенью в камерах, где производилась сушка сыровяленых и сырокопченых колбас, а также для дезинфекции помещений для производства и хранения мясной продукции.

Кроме того, наши озонаторы успешно применялись в так называемых сушках-

озонаторах — оборудовании, предназначенном для сушки и дезинфекции рабочей обуви на предприятиях пищевой промышленности.

**Выводы и направление дальнейших исследований.** Несомненные достоинства применения озона для дезинфекции воздуха, воды, продуктов питания, различных поверхностей и предметов, дезодорации воздуха, его экологическая чистота обуславливают актуальность и широкие перспективы применения озона и озонаторов в промышленности и в быту.

Разработка новых методов применения озона в различных областях жизнедеятельности человека требует также разработки и совершенствования приборов для его производства — озонаторов. Поэтому дальнейшая работа над совершенствованием технологий производства озона, конструкций озонаторов для различных областей применения может быть одним из важных и перспективных направлений деятельности НИПКИ «Параметр» ДонГТИ.

### Библиографический список

1. История озона [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://orion-si.ru/stati/istoriya-ozona.html>.
2. Об озоне, озонаторе и не только [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://alkor-climat.by/novosti/ozonirovanie-cto-eto-takoe>.
3. Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе городских и сельских поселений [Электронный ресурс] : ГН 2.1.6.3492-17 : [утв. Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 22.12.2017 г. № 165]. — Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/556185926>.
4. Силкин, Е. М. Синтез озона в электрических разрядах и повышение его эффективности [Текст] / Е. М. Силкин // Компоненты и технологии. — 2008. — № 6. — С. 136–143.
5. Самойлович, В. Г. Физическая химия барьерного разряда [Текст] : монография / В. Г. Самойлович, В. И. Гибалов, К. В. Козлов. — М. : Изд-во МГУ, 1989. — 176 с. — (Классический университет).
6. Гречухин, А. А. Разрядная ячейка нового типа для барьерного разряда [Текст] / А. А. Гречухин // Вестник КРСУ. — 2008. — Т. 8. — № 10. — С. 111–115.

© Коновалов С. А.

Рекомендована к печати директором ООО «Инвертор» Заведия В. С.,  
директором НИПКИ «Параметр» ДонГТИ Саратовским Р. Н.

Статья поступила в редакцию 28.02.2023.

**Konovalov S. A.** (SRPDI "Parameter" DonSTI, Alchevsk, LPR, ks2258@yandex.ru)

**TECHNOLOGICAL FEATURES AND MODERN DEVICES FOR PRODUCING OZONE**

*The paper gives a brief historical overview of technological development in production and use of ozone. The mechanism and conditions for producing ozone under the action of a barrier electric discharge have been described. The design features and characteristics of ozonizers, as well as some aspects of the technology for producing ozone in ozonizers, have been presented. The prospects for the development of new methods for the production and use of ozone have been outlined in brief.*

**Key words:** ozone, ozonizers, barrier discharge, arrester, dielectric layer, step-up transformer, ozone concentration, ozonator designs.



**ГЕОЭКОЛОГИЯ**

---

**GEOECOLOGY**



УДК 628.475.7

Конец Ю. В.

(ИСА и ЖКХ ЛГУ им. В. Даля, г. Луганск, ЛНР, Yura\_87-87@mail.ru)

## ПРОЦЕСС И УСТАНОВКА ДЛЯ ПИРОЛИЗНОЙ УТИЛИЗАЦИИ ТВЕРДЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ

В статье рассмотрена такая схема обращения с твердыми коммунальными отходами, как пиролиз. Предложен пиролиз с использованием электродугового нагревателя. Разработан испытательный стенд, предназначенный для исследований утилизации органических отходов. Особое внимание в работе уделяется схеме его устройства и устройству реторты, а также принципу работы.

**Ключевые слова:** схема обращения с ТКО, пиролиз, пиролизная установка, органические отходы, испытательный стенд.

Потребность в использовании экономичных видов топлива растет с каждым годом. Одним из альтернативных направлений использования отходов является их утилизация методом пиролиза с целью получения горючего газа. Его дальнейшее сжигание в качестве топливного компонента позволяет получить достаточно экологически чистый выброс, не наносящий вред окружающей среде.

**Цель работы** — исследовать пиролизный метод утилизации органических отходов.

### Задачи исследований:

1. Рассмотреть пиролизный метод утилизации ТКО.
2. Разработать испытательный стенд для исследования утилизации органических отходов.
3. Предложить пиролизную установку с использованием электродугового нагревателя.

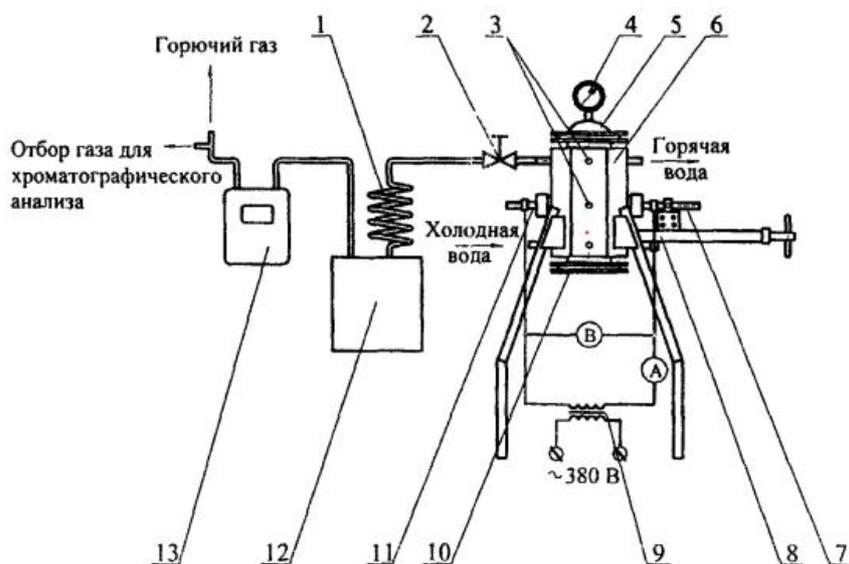
Достижение высоких температур для разложения углеродосодержащих отходов в существующих пиролизных установках обеспечивается за счет сжигания дополнительного топлива либо за счет непосредственного сжигания части самих органических отходов. Однако это негативно отражается на качестве получаемых горючих газов, особенно на их теплотворных способностях. Частичное сжигание увеличивает также объем отходящих газов, требующих дорогостоящих систем очистки.

В работе предложен один из возможных путей решения этой проблемы — в качестве источника высокой температуры в реакторе пиролизной установки для поддержания процесса пиролиза рекомендовано использовать электрическую дугу постоянного или переменного тока. Разработан испытательный стенд, предназначенный для исследований утилизации органических отходов (рис. 1).

Характерной особенностью этого способа является то, что дуга возникает между горизонтальными электродами 7, 11. Тепло дуги передается утилизируемому материалу за счет излучения, конвекции и теплопроводности. Внутренняя структура пиролизного реактора (реторты) 6 (электродуговая печь косвенного действия) лабораторного стенда показана на рисунке 2.

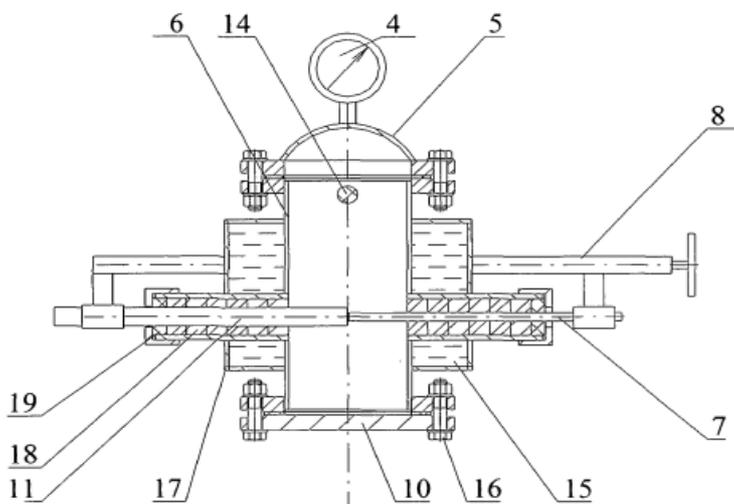
Реторта выполнена в виде герметичного металлического цилиндра 6, в верхней части которого имеется люк загрузки отходов 5 с манометром 4, а в нижней части люк для выгрузки зольного остатка 10. Крышки люков съемные, их герметичное закрытие осуществляется с помощью резьбовых соединений 16. Реторта имеет водяную рубашку охлаждения 17, предназначенную для поддержания внутри него температуры, необходимой для протекания реакционного процесса [1]. Циркуляция воды 15 в системе охлаждения осуществляется насосом термостата по водопроводным трубам.

ГЕОЭКОЛОГИЯ



1 — холодильник, 2 — кран шаровый, 3 — температурные датчики, 4 — манометр, 5 — люк загрузочный, 6 — реторта, 7 — электрод малый, 8 — устройство подачи, 9 — питающий трансформатор, 10 — люк разгрузки, 11 — электрод большой, 12 — конденсатосборник, 13 — газовый счётчик

Рисунок 1 Схема испытательного стенда



4 — манометр, 5 — люк загрузочный, 6 — корпус реактора, 7 — электрод малый, 8 — устройство подачи малого электрода, 10 — нижний (разгрузочный) люк, 11 — электрод большой, 14 — механический фильтр грубой очистки, 15 — охлаждающая жидкость, 16 — болтовые соединения, 17 — рубашка охлаждения, 18 — кольца изоляционные диэлектрические, 19 — уплотняющее устройство

Рисунок 2 Устройство реторты

Внутри реторты установлены два электрода 7 и 11, которые подключены к выходу сварочного трансформатора, с помощью которого инициируется процесс пиролиза. Электроды помещены в изолирующие диэлектрические кольца 18 и снабжены герме-

тизирующими устройствами 19, что позволяет проводить эксперименты при избыточном давлении в установке. Электроды подаются вручную через дозирующий шнек 8. Внутри реактора установлен механический фильтр грубой очистки 14. Снаружи газ проходит

через газоотводный регулятор 2, выполненный в виде шарового крана, проходит по газопроводам к конденсатосборнику 12, где осаждается жидкая фаза и газосчетчик на факельную горелку, где он сгорает. Давление системы обеспечивается с помощью пиролизного газа путем перекрывания регулятора выхода газа 2 в начале процесса.

По высоте стенки реторты имеются гнезда для установки датчиков температуры 3. Для определения значений температуры используется первая термопара, расположенная в центральной части установки на высоте 155 мм от нижней точки реторты в зоне реакции; вторая — на высоте 300 мм — служит для контроля отходящих газов пиролиза. Температуру можно измерить в радиальном направлении, перемещая термопары в гнезде.

С помощью этого испытательного стенда можно проводить исследования по изучению физико-химических процессов при утилизации отходов. В предлагаемом способе в качестве высокотемпературного источника используется электрическая дуга. Выбор теплогенератора определяется максимальной эффективностью преобразования электрической энергии в тепловую [3], обеспечиваемой дугой постоянного тока. В установке используются графитовые электроды, подключаемые к выводам сварочного трансформатора, способного регулировать ток в диапазоне от 50 до 250 А [2].

Графитовые электроды представляют собой стержни (7,11) диаметром  $d = 14$  мм и

$D = 30$  мм. Различные диаметры обусловлены сроком службы электродов и выполнения движения только одним электродом 11. Электрод 7 большого диаметра неподвижен. Увеличение срока службы и обеспечение постоянства расположения дуги достигается увеличением геометрических размеров электродов [4]. Площади сечений электродов определяются экспериментально исходя из их оптимального расхода.

Параметры электрического тока, подаваемого на этот тип электродов, позволяют достигать высоких температур, порядка 3000 К. Это позволяет избежать образования высокотоксичных соединений и снизить воздействие отходящих газов пиролиза на атмосферу.

#### **Выводы:**

1. Пиролизный метод утилизации твердых коммунальных отходов решает проблему не только освобождения земель от загрязнения. Продукты сгорания, образующиеся в ходе процесса, являются альтернативными источниками энергии, не наносящими вред окружающей среде.

2. Разработанный испытательный стенд позволяет исследовать физико-химические процессы, происходящие при утилизации органических отходов.

3. В предложенной пиролизной установке в роли высокотемпературного источника выступает электрическая дуга постоянного или переменного тока. Такой способ является экологичным и минимизирует выбросы газа в атмосферу.

#### **Библиографический список**

1. Багрянцев, Г. И. Термическое обезвреживание и переработка промышленных отходов и бытового мусора [Текст] / Г. И. Багрянцев, В. М. Малахов, В. Е. Черников // *Экология и промышленность России*. — № 3. — 2001. — С. 35–39.
2. Торховский, В. Н. Пиролиз углеводородного сырья [Текст] : методические указания для выполнения лабораторных работ / В. Н. Торховский, А. И. Николаев, А. К. Бухаркин. — М. : МИТХТ им. М. В. Ломоносова, 2004. — 68 с.
3. Мухина, Т. Н. Пиролиз углеводородного сырья [Текст] / Т. Н. Мухина. — М. : Книга по Требованию, 2019. — 237 с.
4. Косивцов, Ю. Ю. Технологии пиролиза органических материалов [Текст] / Ю. Ю. Косивцов, Э. М. Сульман. — Тверь : ТГТУ, 2010. — 124 с.

© Копец Ю. В.

*Рекомендована к печати к.т.н., доц. каф. вентиляции, теплогазо и водоснабжения,  
директором ИСАиЖКХ ЛГУ им. В. Даля Богатыревой Л. Ю.,  
к.т.н., зав. каф. городского строительства и хозяйства ДонНАСА Яковенко К. А.*

*Статья поступила в редакцию 11.03.2023.*

**Kopets Yu. V.** (*Institute of Civil Engineering and Architecture and Housing and Communal Services,  
V. Dahl Lugansk State University, Lugansk, LPR, Yura\_87-87@mail.ru*)

**PROCESS AND A PLANT FOR PYROLYSIS RECYCLING OF SOLID ORGANIC WASTE**

*The paper considers such a scheme for handling municipal solid waste as pyrolysis. The pyrolysis using an electric arc heater has been proposed. A test bench has been developed to study the organic waste recycling process. Special attention has been paid to its design scheme and the retort, as well as the principle of operation.*

**Key words:** *MSW management scheme, pyrolysis, pyrolysis plant, organic waste, test bench.*

УДК 551.46.085

Вознюк Ю. С.

(НЦМОС ДонГТИ, г. Алчевск, ЛНР, julijav1904@gmail.com)

## ПРИБОРЫ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ СКОРОСТИ ТЕЧЕНИЯ ВОДНЫХ ПОТОКОВ. ГИДРОМЕТРИЧЕСКАЯ ВЕРТУШКА

*Гидрометрическая вертушка является наиболее распространенным прибором для измерения скоростей течения водных потоков. В работе дан обзор и выполнена систематизация видов гидрометрических вертушек, кратко изложена история их изобретения и основные тенденции развития, проведён сравнительный анализ принципов формирования выходного сигнала.*

**Ключевые слова:** гидрология, гидрометрическая вертушка, лопастной винт, электрический сигнал, крыльчатка, чашечное устройство, скорость течения, формирование выходного сигнала, оптимизация размера и формы ротора.

**Проблема и её связь с научными и практическими задачами.** Для определения скоростей течения воды известно достаточно много методов и приборов. Среди них наиболее распространенным считается метод, основанный на использовании гидрометрической вертушки, а также несколько менее распространенных методов: с использованием поплавков или батометров.

В гидрологии исторически регистрацию скоростей течения осуществляли с помощью вращения ротора — лопастного винта. Этот метод и лег в основу создания и развития гидрометрических вертушек — самых простых и надежных устройств, которые вот уже более двух сотен лет являются основными приборами для определения скорости течения и измерения расхода воды.

Государственная система учета расхода вод в России и в других странах основана на полученных с использованием вертушек результатах измерений скорости течения воды. Непрерывное развитие и повсеместное распространение гидрометрических вертушек привело к вытеснению других методов измерений.

Использование гидрометрических вертушек позволило собрать систематические сведения о режиме водных потоков [1].

Идея использования изменения скорости потока в зависимости от числа оборотов ротора впервые отражена в трудах Леонардо да Винчи (XV век). Он применил

этот принцип при создании прибора для измерения скорости ветра. Первый вращающийся (роторный) измеритель скорости сконструировал Роберт Гук (Англия, XVII век). В России для измерения скорости судов применялся вертушечный лаг М. В. Ломоносова (XVIII век) [2].

Создателем гидрометрической вертушки считают немецкого гидротехника Рейнгарда Вольтмана (1767–1837 гг.), который впервые в 1790 г. применил такой прибор для определения скорости течения реки Эльбы [3].

Вертушка Р. Вольтмана (рис. 1) конструктивно представляла собой крыльчатку, состоящую из четырех пластин, наклоненных относительно плоскости вращения и закрепленных на горизонтальной оси вертушки спицами. Закрепленная в открытом корпусе ось вертушки имела червячную передачу и, вращаясь, передвигала шестеренку, которая устанавливалась на шарнирной раме. «Включение» прибора осуществлялось поднятием рамы при помощи троса, вследствие чего происходило сцепление шестерни с осью прибора. На окружность шестерни были нанесены деления, причем каждый зубец соответствовал одному полному обороту лопастного винта вокруг оси. На раме устанавливался указатель, по которому число оборотов определялось как разность начального и конечного отсчетов, показания которых

снимались с шестерни. До середины XX века регистрация времени измерения осуществлялась при помощи секундомера. А механический принцип, предложенный Р. Вольтманом, нашел применение в ряде других устройств (например, вертушка Экмана — Мерца (рис. 2), измеритель речных струй Лелявского, вертушка морская модернизированная ВМ-М).

Вскоре механический принцип регистрации числа оборотов лопастного винта был заменен на электрическую сигнализацию, замыкающую электрическую цепь через определенное количество оборотов.

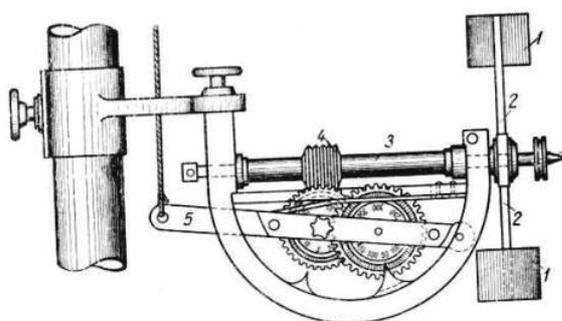


Рисунок 1 Механический счетчик Рейнгарда Вольмана

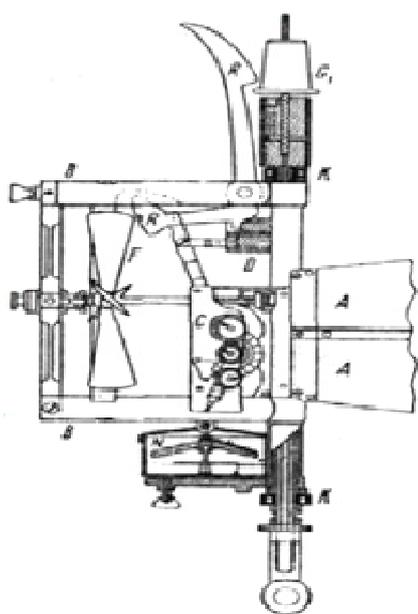


Рисунок 2 Механическая вертушка Экмана — Мерца

Эволюцию гидрометрической вертушки можно сформулировать по **направлениям модернизации и оптимизации её отдельных составных частей**:

1. Модернизация формы и размера ротора (крыльчатки, чашечного устройства, или лопастного винта). Сюда же относится оптимизация компонентного эффекта, инерционности и чувствительности.

2. Оптимизация размеров, формы прибора и стабилизатора направления.

3. Совершенствование принципов формирования выходного сигнала.

4. Разработка и оптимизация счетно-регистрирующего устройства.

5. Разработка и оптимизация другого вспомогательного оборудования.

Таким образом, **целью** данной работы является изучение и систематизация существующих приборов для измерения скорости течения водных потоков.

**Объект исследования** — гидрометрические вертушки.

**Предмет исследования** — принципы формирования выходного сигнала гидрометрических вертушек.

**Изложение материала.** Остановимся подробнее на каждом из этапов процесса **оптимизации размера и формы ротора**:

**1. Использование крыльчатки** (лопастей, наклоненных под разным углом относительно оси вращения). К устройствам с таким типом ротора относят, например, вертушку Р. Вольмана, вертушки САНИИРИ, вертушку Экмана — Мерца, и вертушку морскую модернизированную ВМ-М. В настоящее время от использования роторов такого типа полностью отказались. Хотя крыльчатка нашла применение в чашечном устройстве робинзонова креста [4].

**2. Использование чашечного устройства.** Эти вертушки действуют по принципу робинзонова креста, который употребляется в качестве анемометра для измерения скорости ветра, и основан на том, что движущаяся масса (воздух, вода) оказывает на вогнутые поверхности давление большее, чем на выпуклые. Чашки, имеющие форму полуша-

рий, конусов или параболоидов, числом 4 или 6, расположены вершинами по окружности одна за другой и скреплены между собою рамкой с осью вращения в центре.

Верхний конец оси проходит в контактную камеру. Камера размещена над верхним концом оси и имеет винтовую нарезку для присоединения к зубчатому колесу, а выше расположен эксцентрик.

Чашечные вертушки с вертикальной осью являются главным и основным типом приборов Геологической службы США (USGS — United States Geological Survey). Прототипом чашечных вертушек, используемых в USGS, является «вертушка Прайса» (1885 г.) с вертикальной осью вращения, червячной передачей, закрепленной в подпятниках (рис. 3) [4].

В СССР вертушки Прайса (с электрической сигнализацией) начали производить в 1927 г. (вертушки марки ИВХ) [5].

Незначительные отличия имела применяемая в США в конце XIX в. вертушка системы Эллиса. Она имела четыре конические чашечки, окруженные цилиндрической клеткой.

Сегодня используются вертушки с креплением чашечного ротора как к горизонтальной оси корпуса (USGS TYPE AA-MH MODEL 6215 (рис. 3), USGS TYPE AA MODEL 6200 (рис. 4)), так и к вертикальной. Вертикальная ось корпуса наиболее удобна при необходимости погружения вертушки в лунки при работах со льда (USGS TYPE AA-ICE MODEL 6240 USGS TYPE AA-ICE-P MODEL 6245 (рис.5)) [5].



Рисунок 3 Вертушка Прайса USGS TYPE AA-MH MODEL 6215 (Rickly Hydrological Company, США)

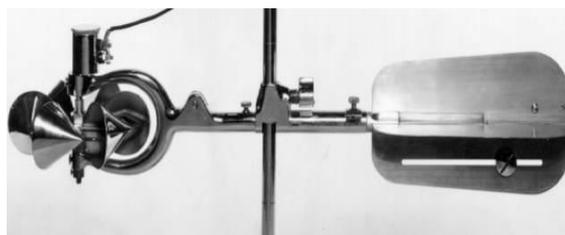


Рисунок 4 Вертушка Прайса USGS TYPE AA MODEL 6200 (Rickly Hydrological Company, США)



Рисунок 5 Вертушка Прайса USGS TYPE AA-ICE MODEL 6240, USGS TYPE AA-ICE-P MODEL 6245

По сравнению с лопастными винтами, чашечное устройство сохраняет компонентные свойства при любой косине струй. Но чашечные приборы фиксируют только максимальную скорость. Не имея защитного кольца, чашечный механизм оказывается слишком хрупким.

Чашечный тип ротора широко используется в США, ряде стран Латинской Америки и Юго-Восточной Азии.

**3. Использование лопастного винта.** Вертушки с лопастным ротором конструктивно представляют собой обтекаемое те-

ло параболической формы с винтовой поверхностью.

Первый прибор для измерения скорости с лопастным винтом (ротором) был разработан в 1875 г. в Математико-механическом институте Альберта Отта (г. Кемптен, Германия).

В этом же году были разработаны первые европейские стандарты на гидрометрические вертушки, которые во многом определили основные направления развития этих приборов. Все современные модели вертушек с лопастными винтами изготавливались на основе моделей вертушки А. Отта (рис. 6, 7) [6].

В конце XIX в. наряду с лопастными вертушками были распространены приборы (рис. 8), которые по принципу действия были аналогичны вертушкам А. Отта:

- вертушки Ганзера (Чехия, Словакия, Венгрия, Австрия);
- вертушки Ришара (Франция);
- вертушки Гаскеля и Хоффа (США) — трехлопастные вертушки с винтом из резины;
- вертушки Амслера (Швейцария);
- вертушки Альбрехта (Германия, г. Мюнхен).

Первые аналоги вертушек А. Отта в России [7]:

- вертушка А. И. Крылова «Волга» (1918 г., принцип формирования выходного сигнала этой вертушки позднее применялся во всех моделях 20-оборотных вертушек);
- вертушка Грицука (1927 г., контакт осуществлялся с помощью шарика ртути);
- вертушка В. И. Владычанского — Н. Е. Жестовского.

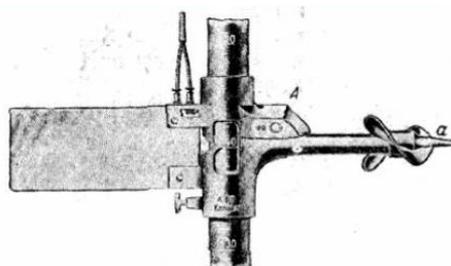


Рисунок 6 Вертушка Отта-IV

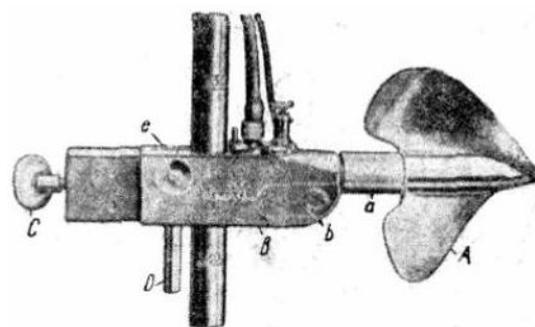


Рисунок 7 Вертушка Отта-V

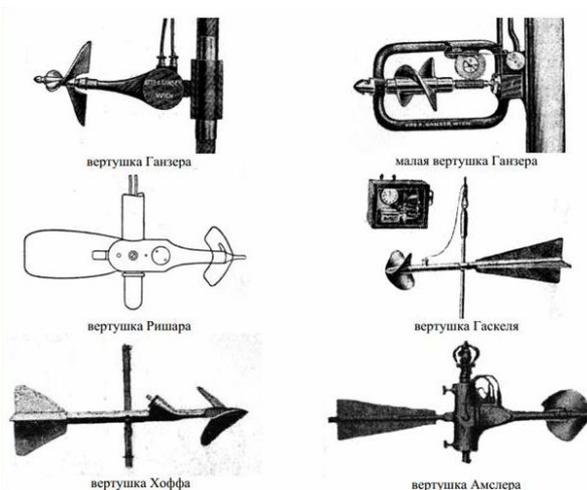


Рисунок 8 Вертушки конца XIX в.

**По способу расположения ротора вертушки на оси прибора принято выделять:**

- консольные (ось неподвижна) вертушки;
- осевые (ось вращается) вертушки;

**По способу расположения оси:**

- с вертикальной осью;
- с горизонтальной осью.

Можно выделить три принципа формирования выходного сигнала гидрометрических вертушек: электрический, электролитический и электромагнитный.

Остановимся подробнее на каждом из них.

**1. Электрический принцип.** Вращение лопастного винта передается посредством червячной передачи на шестерню с электрическим контактом (при этом ось может быть подвижной с червячной передачей либо неподвижной с червячной передачей в корпусе лопастного винта).

Контакт дает замыкание на массу через определенное число оборотов шестерни. В вертушках данного типа (ГР-21М, ГР-55, вертушки Прайса USGS TYPE AA MODEL 6200, 6210, 6215, 6240, 6245, Отта-V и др.) частота поступающих сигналов пропорциональна числу оборотов лопастного винта и количеству зубьев шестерни между замыканиями контакта.

Отечественные вертушки дают замыкание через 20 оборотов, вертушка Отта V — через 25 оборотов, вертушки Прайса — через 5 оборотов или через 2 оборота. К преимуществам данного принципа формирования сигнала относится безотказность контактного устройства (устройство изолировано от воды и намерзающего льда). Но прибор фиксирует скорость, осредненную за период, равный нескольким оборотам, что является недостатком.

По конструкционным особенностям существуют приборы с масляной (ГР-21М) и воздушной (вертушки Прайса) контактными камерами.

Различают приборы, в которых контакт осуществляется:

- через металлический (серебряный) штифт, скользящий по окружности эбонитового колеса с контактной впайкой;
- через металлический штифт, соприкасающийся с контактами, расположенными на плоскости колеса перпендикулярно ему;
- через контактные впайки в плоскостях трущихся друг о друга дисков.

**2. Электролитический принцип.** Для формирования электрического сигнала, по которому определяется скорость водного потока, используется электропроводность воды.

Под воздействием водного потока лопастной винт вращается вблизи электрода, изменяя его электрическое сопротивление. При этом образуются электрические импульсы, частота которых пропорциональна измеряемой скорости водного потока. Таким образом фиксируется каждый оборот лопастного винта.

Вертушки данного типа могут иметь либо неподвижную ось (например, как в микро-

компьютерном расходомере-скоростемере МКРС, измерителе скорости потока ИСП-1, ИСП-1М (рис. 9), ИСП-2 или ИСТ), либо ось, вращающуюся в агатовых подпятниках (например, как в гидрометрической микровертушке ГМЦМ-1 (рис. 10) или ГР-96).



- 1 — вертушка, 2 — сменный лопастной винт,
- 3 — шток для удлинения стабилизатора,
- 4 — преобразователь сигналов вертушки,
- 5 — указатель направления, 6 — винтлюг,
- 7 — карабины, 8 — стабилизатор

Рисунок 9 Общий вид измерителя скорости потока ИСП-1М



Рисунок 10 Гидрометрическая микровертушка ГМЦМ-1

Основное преимущество данного принципа формирования сигнала — его высокая чувствительность (способность фиксировать скорости с более высоким разрешением, по сравнению с 20-оборотными приборами с шестеренно-червячным устройством).

Главным недостатком этих приборов является неприспособленность к работе в сложных условиях. Например, при образовании слоя льда на электродах прибор перестает работать [8].

Нормальная работа прибора нарушается и в условиях повышенной минерализации воды или при попадании песка на электроды.

Однооборотные вертушки дали толчок к разработке счетчиков числа оборотов лопастного винта. В настоящее время в России применяется преобразователь сигналов вертушки ПСВ разработки ФГУП «Гидрометприбор». Многие преобразователи могут совмещать в себе не только функции счетчика сигналов, но и секундомера. Такие преобразователи предоставляют информацию о количестве оборотов винта за секунду. На современных устройствах возможность введения параметров тарифовочной зависимости количества оборотов вертушки в секунду от скорости потока позволяет выводить на цифровое табло непосредственно скорость течения.

**3. Электромагнитный принцип.** Постоянный магнит вращается вместе с лопастным винтом, замыкая на каждом обороте магнитоуправляемый контакт (геркон). При этом создается электрический импульс. Последовательность этих импульсов прямо пропорциональна скорости вращения винта и, соответственно, скорости течения.

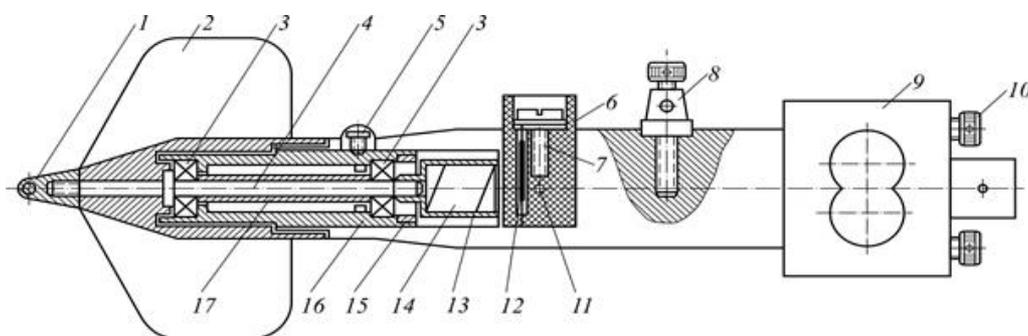
Данный принцип аналогичен электролитическому. Вертушки данного типа могут быть как с вращающейся осью (например, ГР-99 (рис. 11)), так и с неподвижной.

**Выводы и направление дальнейших исследований.** Обобщенный и изложенный в работе материал позволяет сделать следующие выводы:

1. Основным типом современных гидрологических вертушек являются вертушки с лопастным винтом. Вертушки с чашечным устройством встречаются редко, в основном в США.

2. Размеры лопастного винта минимизированы до 15–30 мм. Это является серьезным достижением в гидромеханике и в практике гидрометрического приборостроения. Минимизация размеров винта позволила применять современные вертушки даже в лабораторных условиях.

3. Современные вертушки оснащены несколькими сменными лопастными винтами, предназначенными для измерения различных диапазонов скоростей.



1 — гайка, 2 — трехлопастной винт, 3 — радиальные шарикоподшипники, 4 — ось, 5 — винт для крепления ходовой части к корпусу, 6 — изоляционная втулка, 7 — изолированная клемма, 8 — массовая клемма, 9 — втулка для крепления вертушки на штанге или вертлюге, 10 — зажимной винт, 11 — винт крепления изоляционной втулки, 12 — магнитоуправляемый контакт, 13 — обойма, 14 — постоянный магнит, 15 — гайка, 16 — гильза, 17 — распорная втулка

Рисунок 11 Общий вид вертушки ГР-99 (в разрезе)

4. В настоящее время для повышения чувствительности гидрометрических вертушек используются передовые материалы при изготовлении ротора (карбид вольфрама, ударопрочная пластмасса, анодированный алюминий). Эти материалы обладают коррозионной стойкостью и высокой механической износоустойчивостью.

5. Минимальная регистрируемая начальная скорость современных вертушек от 0,025 м/с, а максимальная не превышает 10 м/с.

6. У разных моделей современных вертушек предельные относительные погрешности измерения скорости течения варьируются от 10 до 1 %.

7. Наиболее прогрессивными по принципу формирования выходного сигнала

являются вертушки с магнитоуправляемым контактом (герконом). Геркон менее всего чувствителен к негативным факторам внешней среды и позволяет фиксировать мгновенные скорости.

8. Большинство современных вертушек оснащены автоматическими регистрирующими устройствами.

Гидромеханика как наука в современных условиях стремительно развивается. Поэтому учёным и практикам гидрометрического приборостроения предстоит решение ещё многих задач, связанных с усовершенствованием приборов определения скорости течения воды и с устранением недостатков, существующих в настоящее время.

#### Библиографический список

1. *Практическая гидрометрия [Текст] / И. М. Шаталов [и др.]*. — Минск : БНТУ, 2020. — 104 с.
2. *Быков, В. Д. Гидрометрия [Текст] / В. Д. Быков, А. В. Васильев*. — Л. : Гидрометеоиздат, 1977. — 448 с.
3. *Железняков, Г. В. Теория гидрометрии [Текст] / Г. В. Железняков*. — 2-е изд., перераб. — Л. : Гидрометеоиздат, 1976. — 344 с.
4. *Карасев, И. Ф. Гидрометрия [Текст] / И. Ф. Карасев, И. Г. Шумков*. — Л. : Гидрометеоиздат, 1985. — 384 с.
5. *Справочник по гидрометеорологическим приборам и установкам [Текст] / А. Б. Рейфер, М. И. Алексеев, П. Н. Бурицев и др.* — 2-е изд. — Л. : Гидрометеоиздат, 1976. — 430 с.
6. *Быков, В. Д. Гидрометрия [Текст] / В. Д. Быков, А. В. Васильев*. — 2-е изд., перераб. и доп. — Л. : Гидрометеоиздат, 1965. — 499 с.
7. *Гириллович, Н. А. Гидрометрия [Текст] : учеб. для вузов / Н. А. Гириллович*. — Л. ; М. : ОНТИ. Глав. ред. стрит. лит-ры, 1937 (Ленинград: тип. им. Евг. Соколовой). — 328 с.
8. *Железняков, Г. В. Исследование работы гидрометрических приборов [Текст] / Г. В. Железняков ; Акад. наук СССР. Секция по науч. разработке проблем водного хозяйства*. — М. : Изд-во АН СССР, 1952. — 239 с.

© Вознюк Ю. С.

*Рекомендована к печати директором ООО «Инвертор» Заведия В. С.,  
и.о. зав. каф. АУТП ДонГТИ Ткачёвым Р. Ю.*

Статья поступила в редакцию 09.03.2023.

**Voznyuk Yu. S.** (SCEM DonSTI, Alchevsk, LPR, julijav1904@gmail.com)

#### INSTRUMENTS FOR MEASURING THE SPEED OF WATER FLOW. HYDROMETRIC CURRENT METER (PROPELLER)

*The hydrometric current meter (propeller) is the most common instrument for measuring the speed of water flow. The paper provides an overview and systematization of the types of hydrometric current meters, briefly outlines the history of their invention and the main development trends, and a comparative analysis has been done on the principles of generating the output signal.*

**Key words:** hydrology, hydrometric current meter, propeller, electric signal, impeller, cup device, flow speed, output signal generation, rotor size and shape optimization.



**РЕГИОНАЛЬНАЯ ЭКОЛОГИЯ  
И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ**

---

**REGIONAL ECOLOGY  
AND NATURE MANAGEMENT**



УДК 527

д.т.н. Дрозд Г. Я.  
(ЛГУ им. В. Даля, г. Луганск, ЛНР, drozd.g@mail.ru)

## ГОД ВОЙНЫ В ДОНБАССЕ. ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПОСЛЕДСТВИЙ

На основе данных о примененных в Донбассе средствах ведения войны, полученных из открытых источников, выполнен анализ неблагоприятных последствий от военных действий на окружающую природную среду. Расчетным путем с использованием справочных материалов оценены основные виды угроз и экологических опасностей в регионе.

Установлено: мощность использованных за год взрывчатых веществ соответствует 22 ядерным боеприпасам, сброшенным на Хиросиму; выброс в атмосферу загрязняющих веществ эквивалентен 120 годам работы Алчевского меткомбината; объем воздуха с превышением ПДК соответствует гипотетическому облаку объемом 220–470 км<sup>3</sup>, 3000–4000 км<sup>2</sup> поверхностного слоя загрязнены металлическими осколками с концентрацией до 0,24 кг/м<sup>3</sup>. Приведенное качество состояния окружающей среды требует соответствующего осмысления и реагирования для обеспечения нормальной жизнедеятельности на территориях.

**Ключевые слова:** война, экология, загрязнение атмосферы, почвы, опасность.

Война в Донбассе длится 9 лет. Это вдвое дольше, чем Великая Отечественная. Оценки потерь, ущерба, человеческого горя от войны учеными давно приведены, но постоянно уточняются на протяжении десятилетий. Однако экологические последствия освещены довольно скромно. Люди старшего поколения помнят, что в 1946–1947 гг. в СССР был послевоенный голод. Историки выделяют несколько основных причин голода 1946–1947 годов: разруха, вызванная войной, сильная засуха 1946 года в регионах европейской части СССР и затяжные дожди на востоке, упадок сельского хозяйства из-за нехватки рабочих рук, техники, скота, удобрений и экономическая политика руководства страны [1].

Обращают на себя внимание формулировки «засуха», «упадок сельского хозяйства», косвенно характеризующие экологическую составляющую последствий войны. Подобная ситуация сейчас разворачивается на наших глазах, и имеется уникальная возможность изучить это явление на имеющихся фактах и наблюдениях.

**Цель работы:** оценить влияние военных действий на качество окружающей среды Донбасса и выполнить прогноз последствий ее деградации.

### Методика исследований:

1. Исходные данные получены из открытых источников в СМИ и оперативных сводок компетентных ведомств на официальных сайтах.

2. Ряд оценок получен расчетным путем с использованием справочных данных.

**Результаты и обсуждение.** Приведенные на рисунке 1 и в таблице 1 исходные данные о средствах ведения боевых действий являются крайне приблизительными, т. к. учесть все практически невозможно. Однако они позволяют сформулировать и оценить потенциальную угрозу окружающей природной среде не с точки зрения погубленных жизней и разрушений, а с позиций изменения качества ее отдельных компонентов.

**Атмосфера.** Взрывчатые вещества рассеиваются при использовании их в бою. Образующиеся в момент взрыва заряда газообразные продукты находятся под давлением 200–250 тысяч атмосфер и нагреты до температуры 3500–4000 градусов Цельсия. Рассмотрим виды и количество образующихся газов. В военной сфере широко используется не более двух-трех десятков видов различных взрывчатых веществ. Так называемый «дымный порох» (75 % KNO<sub>3</sub>;

РЕГИОНАЛЬНАЯ ЭКОЛОГИЯ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

10 % S и 15 % C) приблизительно соответствует составу  $2\text{KNO}_3 + 3\text{C} + \text{S}$  и его сгорание происходит в две стадии [7]:

1.  $2\text{KNO}_3 + \text{S} + 3\text{C} = \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{N}_2 + 2\text{CO}_2$ .
2.  $\text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{C} = \text{K}_2\text{S} + 2\text{CO}_2$ .

В результате реакции выделяется гораздо более сложный спектр продуктов сгорания, как правило, на 40 % состоящий из газообразных и на 60 % из твердых производных продуктов реакции (выделение дыма) (рис. 2).

Представляет интерес определение количества пороховых газов. Вот как специалисты отвечают на этот вопрос: «Главная особенность порохового цикла — превращение высокоплотной фазы твердых компонентов заряда в низкоплотную фазу рабочих газов. Это результат необратимых окислительно-восстановительных реакций „горючее + окислитель = продукты-газы“. Масса продуктов-газов равна массе пороха, поэтому объем пороховых газов будет превышать объем пороха пропорционально отношению плотностей исходного заряда и газовой фазы» [7].

Таким образом при сгорании пороха массой 270000 т (табл. 1) образуются газы в объеме  $270000000 \text{ м}^3$  со средней плотностью  $270000000 \text{ кг} : 270000000 \text{ м}^3 = 1 \text{ кг/м}^3$ . Исходя из того, что ПДК для отдельных

компонентов, таких как  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{CO}$  и других находятся на уровне  $0,04\text{--}3 \text{ мг/м}^3$ , то необходимо «разбавление» еще на 3 порядка. Отсюда следует, что взрыв 270000 т пороха образует условное газовое облако объемом  $270000000000 \text{ м}^3 = 270 \text{ км}^3$  с концентрацией загрязнений больше ПДК. Это подтверждается исследованиями экспертов организации «Экология-Право-Человек», которые приведены мною в статье [8] (рис. 3).

Исследованиями установлено, что показатели содержания в воздухе отдельных веществ существенно превысили допустимые нормы концентрации. Исследование выполнено с использованием данных автоматизированной системы мониторинга окружающей среды Луганской области. Во время обстрелов г. Счастье с третьей декады июля по третью декаду августа в воздухе значительно увеличилась концентрация оксидов серы, азота и углерода. При этом количество оксидов серы и азота значительно превысило пределы допустимой концентрации: 13 августа — в 5 раз, а 14 августа — в 8 раз. Превышение концентрации в воздухе оксидов серы, углерода и азота является угрозой для здоровья населения и зеленых насаждений, окружающих город.



Рисунок 1 Официальная сводка МО РФ о потерях ВСУ за год СВО

**РЕГИОНАЛЬНАЯ ЭКОЛОГИЯ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ**

Таблица 1

Примерный состав использованного вооружения, техники и топлива за год проведения специальной военной операции

Наименование	Характеристика	Содержание энергетического компонента
Артиллерийские снаряды РФ. Расход 23000–100000 шт/сут [2]	Средний вес снаряда — 50 кг. Ежесуточный расход: 60 ж/д вагонов по 60 т. Суточный расход — 3600 т. За год — 1315000 т [2, 3]	Содержание взрывчатого вещества (ВВ) 15–20 % от массы боеприпаса [3]. Примерно 262000 т
Поставка снарядов НАТО [4]. 2000000 шт.	Средний вес снаряда — 50 кг За год примерно 40000 т	Содержание взрывчатого вещества (ВВ) 15–20 % от массы боеприпаса. Примерно 8000 т
Патроны НАТО к стрелковому оружию 200000000 шт. [4]	10,5 г/шт (калибр 5,45 мм). Общий вес более 2100 т [3]	Содержание взрывчатого вещества (ВВ) 15–20 % от массы боеприпаса. Примерно 420 т
Патроны к стрелковому оружию. Калибр 5,45 и 7,62 мм	Примерно 2400 т	Содержание взрывчатого вещества (ВВ) 15–20 % от массы боеприпаса. Примерно 430 т
<i>Авиация:</i> Самолеты СУ-24 (390 шт.) Вертолеты МИ-8, МИ-24 (210 шт.) (рис. 1)	<i>Топливо [5]:</i> $10\text{ м} \times 390 \times 365 = 1432000\text{ т}$ $5\text{ м} \times 210 \times 365 = 18250\text{ т}$	1450250 т
<i>Военная техника (танки, БТР, БМП, спецавтомобили и т. д.) Примерно 20000 ед. (рис. 1)</i>	<i>Топливо при средн. заправке:</i> $20000 \times 0,2\text{ м} \times 365 = 1460000\text{ т}$	1460000 т
<i>Цистерны с топливом (60 × 1000 т + 50000 т × 2 + 20000 т) [6]</i>	180000 т	180000 т



Рисунок 2 Визуальный факел взрыва

Завершая рассмотрение вопроса влияния на атмосферу взрывчатых веществ, необходимо заметить, что их суммарная

мощность в 270000 т соответствует мощности 22 ядерных бомб, сброшенных на Хиросиму.

Атмосфера интенсивно загрязняется и выхлопными газами военной тяжелой техники и авиации, а также продуктами горения бензина и солярки разрушенных и горящих хранилищ топлива (рис. 4).

Из таблицы 1 следует: авиация использовала 1450250 т топлива + тяжелая техника 1460000 т топлива + выгорели емкости с 180000 т топлива — всего 3090250 т. Под топливом понимаются различные его виды: керосин, бензин, дизтопливо. Для расчетов принят бензин. По данным Министерства энергетики [9] при сжигании 1 л бензина образуется 2,35 кг CO<sub>2</sub>.

РЕГИОНАЛЬНАЯ ЭКОЛОГИЯ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

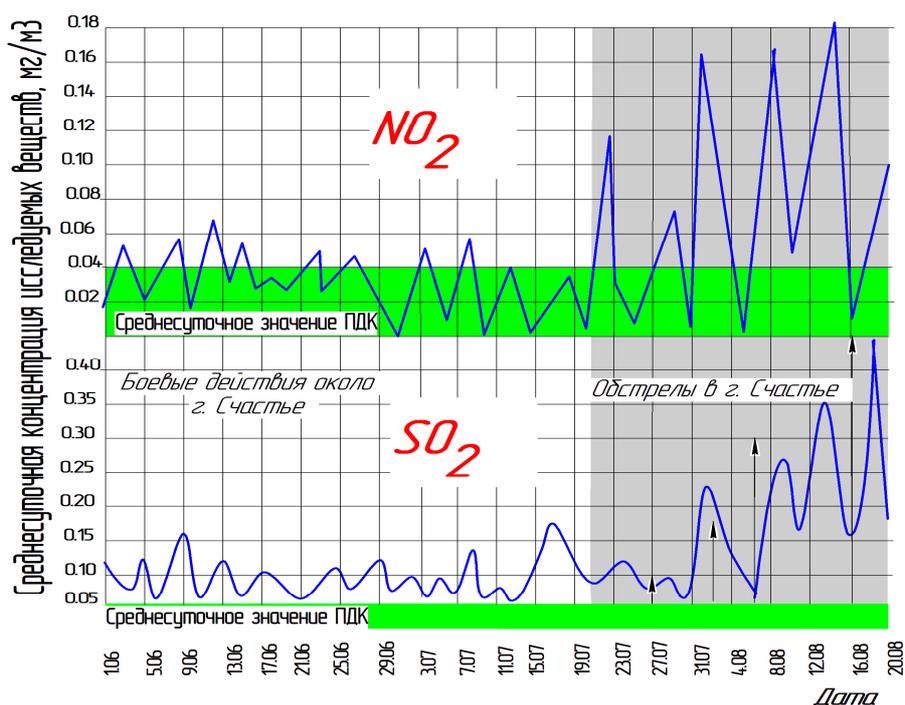


Рисунок 3 Концентрация продуктов сгорания взрывчатых веществ в воздухе при обстреле города Счастье



Рисунок 4 Горящая нефтебаза в Луганске

Таким образом при сжигании всего топлива образуется:  $3090350 \times 2,35 = 9348263$  т  $\text{CO}_2$ . Объем газа при нормальных условиях при плотности  $\rho = 1,98 \text{ кг/м}^3$  составит  $4730000000 \text{ м}^3$ , но если привести к значениям размерностей ПДК, то объем увеличится на 2 порядка. Получим  $473 \text{ км}^3$ . Наряду с углекислым газом при сгорании топлива выделяется большое количество са-

жи (С), оксида углерода (СО), оксидов азота ( $\text{NO}$ ,  $\text{NO}_x$ ), углеводородов ( $\text{C}_n$ ,  $\text{H}_m$ ).

Суммарная масса загрязнений атмосферы продуктами взрывов ВВ и продуктами горения топлива за год военных действий составила:  $270000 + 9348263 = 9618263$  т. Примерно 10 млн т. Сравним с эталонным промышленным предприятием. По данным 2012 года [10]: «Наибольшее количество

выбросов в атмосферный воздух осуществляет „Алчевский металлургический комбинат“ — 83 тыс. т (19 % от общих выбросов по области).  $10000000 \text{ т} / 83000 \text{ т} = 120$ . Таким образом год боевых действий в Донбассе по загрязнению атмосферы эквивалентен 120 годам непрерывной работы крупнейшего промышленного предприятия. И последнее: общая площадь территории Донецкой ( $26517 \text{ км}^2$ ) и Луганской ( $26604 \text{ км}^2$ ) областей в границах 2013 года составляет  $53121 \text{ км}^2$ . В этом случае плотность загрязнения территории с учетом 60 % оседания твердых частиц соответствует:  $10000000 \text{ т} \times 0,6 / 53121 \text{ км}^2 = 11,3 \text{ т} / \text{км}^2$ .

*Почва, грунты.* По имеющимся данным (табл. 1) оценим фугасное действие взрывчатых веществ на почвенный покров в зоне боевых действий. При ежедневном расходе снарядов в 60000 штук за год использовано около 22 млн боеприпасов. Примем, что половина из них (11 млн) использована для поражения техники или бетонных объектов, а вторая половина для поражения живой силы в поле. Приблизительно оценим территорию поражения «поля», исходя из норм расхода боеприпасов [2]: на

1 га расходуется 40 шт. 122 мм, 25 шт. 152 мм или 300 шт. 152 мм снарядов на 6 га. Примем в среднем 40 снарядов/га (рис. 5).

Территория, пораженная обстрелом, составит:  $11000000 / 40 = 275000 \text{ га} = 2750 \text{ км}^2$ . Образующиеся воронки в зависимости от вида грунта, влажности и мощности боеприпаса имеют глубину до 1,5 м и диаметр до 3 м. При этом поверхностный слой земли подвергается механическим ударам силой 500–900 атм. и тепловому воздействию до 3000 градусов. Происходит деструкция массива грунта с изменением его механических свойств, перемещением и захоронением слоев и насыщением остатками и осколками металла (рис. 6, 7).

Оценим концентрацию металла в метровом слое земли на площади  $2750 \text{ км}^2$ :

$$1315000000 \text{ кг} / 2 = 657500000 \text{ кг} / 2750 \times 1000000 = 0,24 \text{ кг} / \text{м}^3.$$

Вторая часть боеприпасов (11 млн шт.) использована для разрушения опорных пунктов и городов. На момент подготовки статьи в ДНР и ЛНР освобождено 242 населенных пункта площадью от сотен до  $1 \text{ км}^2$  (рис. 8, 9).



Рисунок 5 Плотность артиллерийского обстрела опорного пункта



Рисунок 6 Боевая работа



Рисунок 7 Поле боя



Рисунок 8 Освобожденный Мариуполь



Рисунок 9 Освобожденный поселок

По очень грубым прикидкам, суммарная площадь освобожденной городской застройки составляет  $1000 \text{ км}^2$  с характерными разрушениями, приведенными на рисунке 10. Много объектов восстановлению не подлежит. Масса строительного мусора исчисляется миллионами тонн (разрушено и повреждено до

100000 объектов), а плотность такого техногенного загрязнения превышает  $1000 \text{ т/км}^2$ .

По данным [11] в зону боевых действий попали более  $2700 \text{ км}^2$  лесов, при этом не менее трети их пострадали от вырубки, пожаров, порчи, боевых действий и уничтожения (рис. 11).



Рисунок 10 Разрушенные жилые дома



Рисунок 11 Леса под Кременной

**Выводы:**

1. За год боевых действий в Донбассе использовано более 1,3 млн т боеприпасов с более чем 270000 т взрывчатых веществ, что по мощности соответствует 22 ядерным боеприпасам, сброшенным на Хиросиму.

2. Объем образованных взрывчатыми веществами газов сопоставим с гипотетическим облаком размером  $270 \text{ км}^3$ , внутри которого концентрация вредных веществ превышает ПДК.

3. В военных действиях использовано более 3,1 млн. т топлива (керосина, бензина, дизельного топлива), объем выбросов в атмосферу от сжигания которого только по  $\text{CO}_2$  составляет  $473 \text{ км}^3$ .

4. Суммарная масса загрязнений воздушного бассейна газообразными продук-

тами взрывов и сжигания топлива составляет около 10 млн. т, что в 120 раз превышает годовые выбросы металлургического производства, такого как Алчевский меткомбинат.

5. Более  $51000 \text{ км}^2$  территории Донбасса загрязнены твердой частью газодымовых выбросов плотностью  $11,3 \text{ т/км}^2$ , около  $3000 \text{ км}^2$  территории имеет загрязнения поверхностного слоя грунта объемом  $275000000 \text{ м}^3$  металлическими осколками с концентрацией  $0,24 \text{ кг/м}^3$ , а порядка  $1000 \text{ км}^2$  территории захламлены обломками и строительным мусором, плотность которого достигает  $1000 \text{ т/км}^2$ .

6. Около  $900 \text{ км}^2$  лесов и лесозащитных полос Донбасса пострадали от военных действий, пожаров, уничтожения, вырубки

для создания фортификационных сооружений, что, безусловно, сказывается на самоочищении воздушного бассейна.

7. Экстраполирование и осознание всех негативных последствий для окружающей среды, вызванных годовыми боевыми действиями на все девять лет войны, дают ос-

нование констатировать, что регион находится в состоянии экологического бедствия.

8. Боевые действия и вызванные ими экологические последствия, могут привести к региональному изменению климата, что, вероятно, произошло после окончания Великой Отечественной войны.

### Библиографический список

1. Волков, И. М. Засуха, голод 1946–1947 годов [Текст] / И. М. Волков // История СССР. — 1991. — № 4. — С. 3–19.
2. Украинские боевики за сутки выпустили по территории ДНР почти 200 боеприпасов, есть жертвы [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://antifashist.com/item/ukrainskie-boeviki-za-sutki-vypustili-po-territorii-dnr-pochti-200-boeprizasov-est-zhertyu.html> (дата обращения 20.02.2023).
3. Свертилов, Н. Средства поражения и боеприпасы [Электронный ресурс] / Н. Свертилов // Портал «Современная армия». — Режим доступа: <http://modernarmy.ru/article/465/artilleriyskie-spariadi> (дата обращения 20.02.2023).
4. Как на ход СВО в Украине повлияет «снарядный голод» [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://topcor.ru/29453-kak-na-hod-svo-v-ukraine-povlijaet-snarjadnyj-golod.html> (дата обращения 24.02.2023).
5. Неустаревающий Су-27 — обзор многофункционального истребителя [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://samoletos.ru/samolety/su-27> (дата обращения 25.02.2023).
6. Изучение экологических последствий военных действий на планете в рамках дисциплины «Экология» [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://scienceforum.ru/2015/article/2015017504> (дата обращения 25.02.2023).
7. Пороховой двигатель [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.drive2.ru/b/3061948/> (дата обращения 25.02.2023).
8. Дрозд, Г. Я. Экоцид как результат геноцида киевской военной хунты против Донбасса [Текст] / Г. Я. Дрозд, И. Н. Салуквадзе, М. Ю. Хвортова // Экологический Вестник России. — 2016. — № 9. — С. 30–42.
9. Какой объем выхлопных газов образуется при сгорании одного литра воздушнобензиновой смеси? Как рассчитать? [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://otvet.mail.ru/question/86553157> (дата обращения 20.02.2023).
10. Алчевск: Хоть труба не дыми... [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://sd.net.ua/2012/07/17/alchevsk-hot-truba-ne-dymi.html> (дата обращения 25.02.2023).
11. Нечаева, Д. Экологические последствия военных действий [Электронный ресурс] / Д. Нечаева. — Режим доступа: <https://pandia.ru/text/80/320/27407.php> (дата обращения 24.02.2023).

© Дрозд Г. Я.

**Рекомендована к печати д.т.н., проф. каф. ВТГВ ИСАиЖКХ ЛГУ им. В. Даля Соколовым В. И., д.т.н., проф. каф. городского строительства и хозяйства ДонНАСА Наймановым А. Я.**

Статья поступила в редакцию 11.03.2023.

**Doctor of Technical Sciences, Drozd G. Ya.** (V. Dahl Lugansk State University, Lugansk, LPR, [drozd.g@mail.ru](mailto:drozd.g@mail.ru))

### YEAR OF WAR IN THE DONBASS. ENVIRONMENTAL IMPACT ASSESSMENT

*On the basis of open sources data on the means of warfare used in the Donbass, an analysis of the negative effects from war actions for the environment was carried out. By calculating and using reference materials, the main types of threats and environmental hazards in the region were assessed.*

*It has been established that power of explosives used within a year corresponds to 22 nuclear weapons dropped on Hiroshima; emission of pollutants into the atmosphere is equivalent to 120 years of Alchevsk Iron and Steel Works operation; the air volume exceeding the MPC corresponds to a hypothetical cloud of 220–470 km<sup>3</sup>; 3000–4000 km<sup>2</sup> of the surface is contaminated with metal fragments concentrated as much as 0.24 kg/m<sup>3</sup>. Such state of the present environment requires an appropriate comprehension and response to ensure normal life on the territories.*

**Key words:** war, ecology, air pollution, soil, danger.

УДК 504.064.45

*к.т.н. Левченко Э. П.,  
д.т.н. Вишневский Д. А.,  
к.э.н Зинченко А. М.,  
к.т.н. Левченко О. А.  
(ДонГТИ, г. Алчевск, ЛНР)*

## ПЕРЕРАБОТКА МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ОТХОДОВ В ДРОБИЛЬНО-ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЬНЫХ МАШИНАХ КОМБИНИРОВАННОГО ДЕЙСТВИЯ

*Работа посвящена решению проблемы измельчения металлургических отходов в дробильно-измельчительных машинах комбинированного действия с целью их последующего использования. Представлены возможности измельчения огнеупоров, шлака и бетонного лома.*

*Ключевые слова:* дробильно-измельчительные машины, комбинированное действие, металлургические отходы, огнеупоры, шлак, отходы бетона.

**Проблема и ее связь с научными и практическими задачами.** Промышленная деятельность металлургических предприятий, связанных с плавкой металлов и выпуском готовой продукции, традиционно сопряжена с накоплением значительной массы отходов, требующих дальнейшей переработки [1]. По объемам накопления в первую очередь заслуживают внимания металлургические шлаки, отслужившие свой срок огнеупоры и бетонная масса, образуемая при ремонтах и реконструкции предприятий.

В частности, при проведении различных ремонтов и своевременном обслуживании металлургических агрегатов на Филиале № 1 Южного горно-металлургического комплекса «Алчевский металлургический комбинат» ежегодно требуется около 28000 тонн огнеупорных магнезитовых, хромомагнезитовых и шамотных порошков. Различные цеха, как основные потребители огнеупорных порошков, нуждаются в порошках магнезитовой группы в количестве от 15000 до 16000 тонн в год, которые необходимы для текущих ремонтов (торкретирования) и капитальных ремонтов печей, закрытия шлаковых и чугунных лётков и т. д.

В текущем производстве на предприятии накапливается около 30000 тонн огнеупорного лома, из которого около 1/3 подвергается повторному использованию

и утилизации, а 2/3 некондиционного огнеупорного лома, составляющего от 18000 до 20000 тонн в год, может подвергаться помолу на порошки. Недостаток огнеупорных порошков при норме 10 кг на тонну стали составляет около 50 %.

Пока ещё основная масса таких отходов накапливается в значительных количествах в отвалах, однако при правильном подходе можно предложить рациональные условия их переработки и вторичного использования [2, 3].

**Целью работы** является изучение возможностей переработки металлургических отходов в дробильно-измельчительных машинах комбинированного действия.

**Объектом исследования** является возможность создания условий переработки металлургических отходов.

**Предмет исследования** — особенности фракционной подготовки отходов в дробильно-измельчительных машинах комбинированного действия, обеспечивающих рациональные условия получения мелких фракций.

**Задачи исследования** — анализ возможностей диспергирования огнеупорного кирпича, шлака и бетона и создание рекомендаций для их последующего использования.

**Методика исследований.** Экспериментальные методы изучения измельчаемости

металлургических отходов и обоснование рецептуры бетонных смесей на их основе.

**Изложение материала.** Для поиска рациональных решений по измельчению материалов были созданы экспериментальная модель, а также опытный и промышленный образец дробильно-измельчительной машины (ДИМ), комбинирующих усилий среза на этапе дробления с последующим истиранием на стадии измельчения [4].

Для организации и проведения поискового эксперимента по изучению возможности получения мелких фракций был разработан и создан экспериментальный образец режуще-истирательной ДИМ (рис. 1).

Результаты помола хроммагнезита на ДИМ-250 показаны в таблице 1, где в качестве исходного материала применялись фракции боя кирпича в диапазоне от 15 до 25 мм.

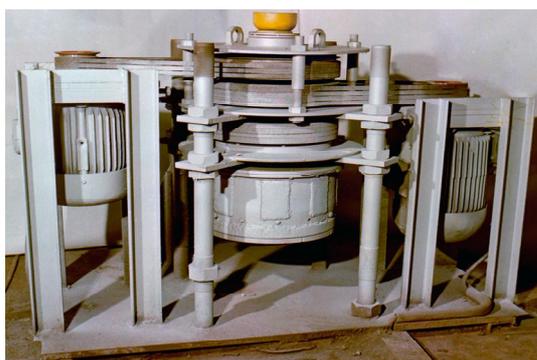


Рисунок 1 Экспериментальный образец ДИМ-250

Таблица 1

Результаты измельчения отходов огнеупоров в лабораторной мельнице ДИМ-250

Размер отверстий сит, мм	Остаток на сите, %	Удельные энергозатраты, кВтч/кг
1,250	0,0	0,034
1,000	6,9	
0,630	9,7	
0,200	30,0	
0,090	29,0	
0,063	12,0	
0,000	12,4	
Производительность, кг/ч	159,0	

Гранулометрические характеристики измельченных в процессе испытаний материалов (огнеупорного порошка) и их химический состав представлены в таблице 2.

Для выявления возможностей переработки сырья в реальном производстве был разработан и изготовлен опытный образец ДИМ-1800, отличающийся повышенными габаритами и мощностью двигателя, что было вызвано необходимостью организации измельчения огнеупорного сырья в виде боя и отходов шамотного и хромомagneзитового кирпича. Фракционный состав полученного шамотного и хромомagneзитового порошка представлен в таблице 3, а нормируемые требования — в таблице 4.

Испытания опытного образца ДИМ-1800 показали, что машина обладает такими параметрами:

- производительность по лому шамотного кирпича — 5,6 т/ч;
- удельные энергозатраты по лому шамотного кирпича — 5,0 кВтч/т;
- производительность по лому хромомagneзитового кирпича — 7,8 т/ч;
- удельные энергозатраты по лому хромомagneзитового кирпича — 5,1 кВтч/т.

Производственные испытания выявили способность промышленного образца ДИМ-2250 (рис. 2) с диаметром рабочих дисков 2250 мм, изготовленных из стали 40Г2, перерабатывать отходы огнеупорного кирпича (рис. 3).

Таблица 2

Результаты химического анализа готового продукта

Материал	MO	CaO	O <sub>2</sub>	Фракция, мм
ППМ-85 (г. Сатка)*	88,6	6,5	3,17	1–8
Собственного помола	90,2–90,8	2,7–3,8	1,8–2,1	1–10

**РЕГИОНАЛЬНАЯ ЭКОЛОГИЯ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ**

*Таблица 3*  
Фракционный состав порошков  
после ДИМ-1800

Номер сита	Шамотный порошок, %	Хромомагнетитовый порошок, %
6,0	-	-
5,0	100	100
3,15	99,5	99,9
2,5	97,2	98,9
1,25	82,6	79,4
0,5	71,6	65,7
0,315	52,5	49,6
0,25	44,8	45,4
0,09	17,0	9,4
0,05	4,6	8,7



Рисунок 3 Отходы огнеупорного кирпича

*Таблица 4*  
Требования к крупности порошков

Размер сита, мм	Шамотный порошок, %	Хромомагнетитовый порошок, %
8,0	не менее 100	не нормируется
6,0	не нормируется	не нормируется
3,0	70–80	100
2,0	не нормируется	не более 5
0,5	30–50	не менее 60
0,009	27–40	не нормируется

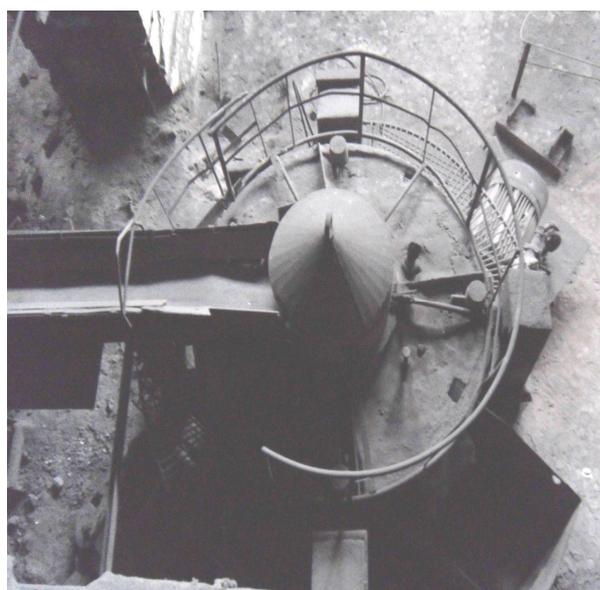


Рисунок 2 Вид сверху на ДИМ-2250

В течение года ДИМ-2250 при одно-сменной работе и обслуживании двумя операторами перерабатывает в порошки более 5000 тонн хромомагнетитового, магнетитового и шамотного лома при степени измельчения, достигающей 60. За это время было заменено два комплекта рабочих дисков. В качестве исходного сырья используется хромомагнетит крупностью 130–460 мм. Гранулометрический состав готового продукта и удельные энергозатраты при измельчении показаны в таблице 5.

*Таблица 5*  
Результаты испытаний промышленного образца ДИМ-2250

Размер отверстий сит, мм	Хромомагнетит	
	Остаток на сите, %	Удельные энергозатраты, кВтч/т
6,0	6,7	8,7
3,15	11,2	
3,0	3,1	
2,5	7,2	
1,25	2,6	
1,0	4,3	
0,63	0	
0,5	26,3	
0,315	17,2	
0,1	12,3	
0,063	9,1	
Производительность, кг/ч	159,0	

В виде рабочих органов выступают два фигурных диска, один из которых имеет возможность вращения, а второй — возможность перемещения в вертикальной плоскости, тем самым обеспечивая регулирование необходимого зазора для обеспечения требуемой крупности готового продукта. Диспергирование материала при этом осуществляется в вертикальной (путём среза) и горизонтальной плоскостях (путём истирания).

Дозированная непрерывная загрузка машины обеспечивает её устойчивую работоспособность при стабильном выходе фракций измельчённого материала, а также возможность запуска «под завалом» и повторного запуска при непредвиденных остановках.

В соответствии с экспериментальными исследованиями и лабораторным анализом полученных проб готового продукта полученные при переработке отходов производства с помощью ДИМ-2250 порошки соответствуют нормативным требованиям (табл. 6) и могут применяться во всех технологических операциях.

Результаты ситового анализа продуктов помола железной руды, металлургического известняка, отвального шлака, отходов бетона при частоте вращения рабочих органов (сталь 110 Г3Л) 400 об/мин и различных размерах щелевого зазора (1, 3, 6 мм) приведены на рисунке 4.

Переработка и использование металлургических шлаков является актуальной задачей [5]. Наиболее эффективный путь использования шлаков — переработка их в строительные материалы.

Таблица 6  
Содержание химических веществ в огнеупорном порошке

Вещество	Содержание химических веществ в огнеупорном порошке, %	
	после помола на установке ДИМ-2250	по ГОСТ 24862-81
$MgO$	90,5	не более 85 %
$CaO$	3,85	не более 8
$SiO_2$	1,8	не более 4,5
$Cr_2O_3$	0,8	-

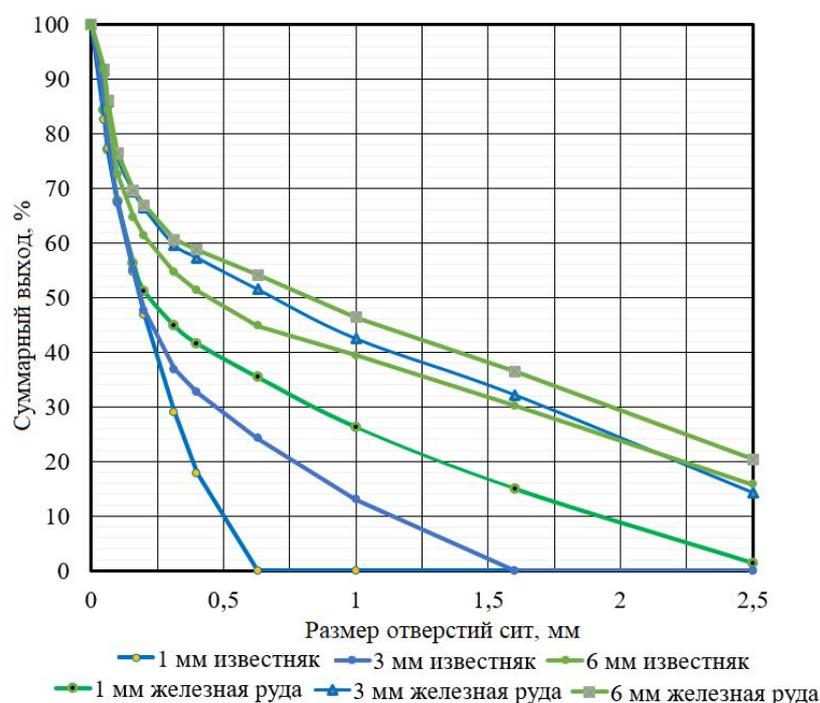


Рисунок 4 Результаты ситового анализа продуктов помола железной руды рабочими органами с различным щелевым зазором

В настоящее время в связи с необходимостью увеличения масштабов строительства и утилизации разрушенных зданий, получение такого материала становится особенно востребованным [6, 7].

Современное металлургическое производство, несмотря на применение совершенных технологий, новейших агрегатов, неизбежно сопровождается образованием миллионов тонн различных отходов, к числу которых относятся доменные и сталеплавильные шлаки и другие отходы.

Полное и рациональное использование отходов и побочной продукции позволяет создать в металлургии комплексное, высококомбинированное производство. Возникает проблема совершенствования производства с точки зрения полного использования всей массы добываемого сырья и прекращения загрязнения среды. Целесообразность создания и развития малоотходной и безотходной технологии с использованием металлургических шлаков, отходов бетона и других отходов приводит к повышению эффективности производства.

Шлаки являются побочным продуктом металлургического производства и должны максимально использоваться в народном хозяйстве. Они являются ценным сырьём для производства широкого ассортимента материалов для промышленности, жилищного и дорожного строительства. Известно, что продукция, получаемая из шлаков, по своим физико-механическим свойствам не только не уступает, но во многих случаях и превосходит качество заменяемых ее природных материалов.

Шлаки являются основным продуктом при производстве черных металлов. Они составляют 70–80 % всех отходов выплавки чугуна и стали. Полная их переработка в решающей степени определяет безотходное производство чугуна и стали и позволяет избежать потерь металла со шлаками. Поэтому вопросы развития и повышения экономической эффективности шлакоперерабатывающего передела весьма актуальны.

Прежде чем производить расчет состава бетона, требуется выбрать марку цемента и исследовать заполнители: песок, гравий, щебень, а также воду. В качестве добавок могут применяться молотый кварцевый песок, каменная мука из графита, плотного известняка и др.

Эти добавки должны быть доступными местными материалами с тонкостью помола, приближающейся к тонкости помола цемента, быть чистыми и не содержать вредных для цемента примесей. Такими добавками могут служить отвальные шлаки и шлаки текущего выхода филиала № 1 Южного горно-металлургического комплекса «Алчевский металлургический комбинат» (г. Алчевск) и отходы бетона.

Правильное определение состава бетона имеет большое технико-экономическое значение. Задача состоит в определении экономически оптимального состава, обеспечивающего получение нужных технических свойств бетонной смеси (жёсткости и подвижности) и проектных характеристик бетона.

Определение состава бетона производят обычно расчётно-экспериментальным методом, который предусматривает предварительный расчёт состава по формулам и последующую экспериментальную проверку и уточнение состава с помощью пробного замеса [8].

Для экономии цемента, кварцевого песка и снижения себестоимости выпускаемой продукции предлагается в качестве добавки в бетонную смесь молотый отвальный шлак и отходы бетона.

Шлак и отходы бетона предварительно дробились на щековой дробилке до фракции 10–20 мм, а затем в ДИМ комбинированного действия при щелевом зазоре 1 мм. Измельчённый отвальный шлак и отходы бетона вводились в бетонную смесь в качестве заменителя связующего, т. е. цемента. Результаты ситового анализа помола отвального шлака и отходов бетона приведены на рисунке 5.

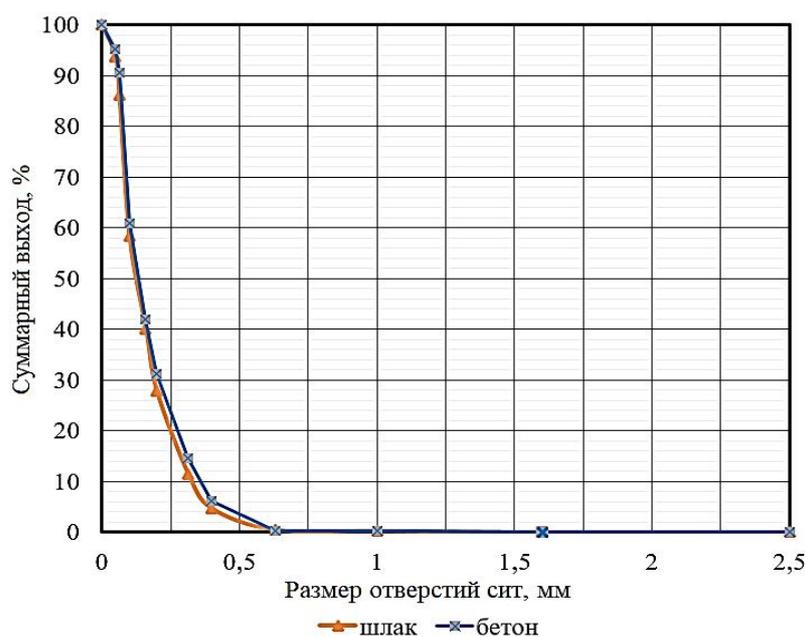


Рисунок 5 Результаты ситового анализа помолотого отвалного шлака и отходов бетона в ДИМ комбинированного действия при щелевом зазоре 1 мм

Для их использования в производстве в лабораторных условиях проведены эксперименты по изготовлению бетонной смеси с добавкой отвалного шлака и отходов бетона тонкого помола.

Определение механических свойств бетона с добавками отвалного шлака и отходов бетона производилось на образцах, изготовленных из бетонной смеси следующего состава:

- цемент Балаклеевского цементно-шиферного комбината марки 400;
- щебень Бугаёвского карьера М 400, фракция 5–20;
- песок Ново-Кондрашовский  $M_{кр} = 1,1$ , где  $M_{кр}$  — модуль крупности;
- вода;
- отвалный шлак или отходы бетона.

Для определения отпускной прочности в лабораторных условиях все образцы проходили пропаривание по режиму:

- выдержка после формовки в течение 2-х часов;
- подъем температуры до заданной в течение 3-х часов;
- выдержка образцов при температуре 70 °С в течение 8-ми часов;

– остывание в течение 3-х часов.

Для сравнения механических свойств опытных образцов с производственными приготавливался контрольный замес состава:

- цемент 320 кг;
- песок 460 кг;
- щебень 300 кг;
- вода 185 кг.

Итого 2265 кг.

В замес добавлялся пластификатор ЩСПК (щелочной сток производства капролактама) в объёме 5 л, служащий для лучшего удобоукладывания бетонной смеси (удобоукладывание или удобоформуемость — способность заполнять форму при данном способе уплотнения, сохраняя свою однородность).

Суточная прочность образцов на сжатие составила  $R_{сж} = 106 \text{ кгс/см}^2$  или 10,8 МПа, осадка конуса 15 см (осадка конуса определяется подвижностью (растекаемостью) под действием собственного веса бетонной смеси).

1. Снижали расход цемента на 10 % и заменяли тонкомолотыми отходами бетона. Состав замеса:

- цемент 283 кг;
- отходы бетона 32 кг;
- песок 460 кг;
- щебень 1300 кг;
- вода 160 кг.

Итого 2240 кг.

Пластификатор 5 л.

Суточная прочность образцов на сжатие составила:

$$R_{сж} = 108 \text{ кгс/см}^2 \text{ или } 11,0 \text{ МПа.}$$

Осадка конуса 10 см.

2. Снижали расход цемента на 10 % и заменяли тонкомолотым отвальным шлаком. Состав замеса:

- цемент 288 кг;
- отвальным шлаком 32 кг;
- песок 460 кг;
- щебень 1300 кг;
- вода 156 кг.

Итого 2236 кг.

Пластификатор 5 л.

Суточная прочность образцов на сжатие составила:

$$R_{сж} = 99,0 \text{ кгс/см}^2 \text{ или } 10,0 \text{ МПа.}$$

Осадка конуса 10 см.

Для определения предела прочности на сжатие после выдержки в течение семи суток изготавливались образцы из применяемых выше бетонных смесей и проводилась их термовлажностойкая обработка согласно приведённому графику.

Механические испытания образцов показали следующие результаты:

1) без замены цемента:

$$R_{сж.7сут} = 125 \text{ кгс/см}^2 \text{ или } 12,7 \text{ МПа;}$$

2) замена цемента 10 % тонкомолотыми отходами бетона:

$$R_{сж.7сут} = 123 \text{ кгс/см}^2 \text{ или } 12,5 \text{ МПа;}$$

3) замена цемента 10 % тонкомолотым отвальным шлаком  $R_{сж.7сут} = 142 \text{ кгс/см}^2$  или 14,4 МПа.

### Библиографический список

1. Комбинированные дробильно-измельчительные машины и возможности их применения для измельчения отходов шамотного кирпича [Текст] / Э. П. Левченко, О. А. Левченко, А. М. Зинченко и др. // Сборник научных трудов ДонГТУ. — Алчевск: ДонГТУ, 2011. — Вып. 33. — С. 171–179.

2. Левченко, Э. П. Процессы диспергирования отходов огнеупоров в условиях металлургического производства [Текст] / Э. П. Левченко, О. А. Левченко, А. М. Зинченко // Пути совершенствования

Обычно заводы крупнопанельного домостроения в качестве заполнителя применяют мелкий кварцевый песок, что увеличивает потребность в цементе. В связи с этим предложено часть (40 %) кварцевого песка заменять отвальным шлаком или отходами бетона.

Для проведения экспериментов отвальным шлаком и отходами бетона были помолоты в ДИМ с фракцией 2,0–2,5 мм. Приготавливалась бетонная смесь для изготовления опытных образцов с заменой кварцевого песка отвальным шлаком и отходами бетона.

Суточная прочность образцов на сжатие составила:

1) контрольный без замены песка замес:

$$R_{сж} = 166 \text{ кгс/см}^2 \text{ или } 17,0 \text{ МПа;}$$

2) заменили 40 % песка молотым отвальным шлаком  $R_{сж} = 173 \text{ кгс/см}^2$  или 17,6 МПа;

3) заменили 40 % песка молотыми отходами бетона  $R_{сж} = 180 \text{ кгс/см}^2$  или 18,3 МПа.

**Выводы и направление дальнейших исследований.** Во всех случаях полученные результаты исследований показывают, что применение измельчённого отвального шлака и отходов бетона собственного производства в приготовлении бетонной смеси для производства строительных материалов позволяет экономить более дорогостоящий материал, такой как цемент и кварцевый песок, без снижения механических прочностных свойств бетона. Кроме того, это позволяет решить проблему малоотходного или безотходного производства в домостроении и других отраслях промышленности: металлургической, цементной и т. д.

В последующем предполагается расширение технических возможностей ДИМ комбинированного действия для других материалов, в том числе на основе применения гидравлического привода.

технологических процессов и оборудования промышленных производств : сб. тезисов докл. III междунар. научн.-техн. конф. — Алчевск : ГОУ ВПО ЛНР «ДонГТУ», 2018. — С. 12–13.

3. Необходимость и предложения переработки строительных отходов [Текст] / Э. П. Левченко, А. М. Зинченко, О. А. Левченко и др. // Сб. материалов XII междунар. молодёжной научной конференции. — Алчевск : ГОУ ВПО ЛНР «ДонГТУ», 2020. — С. 84–88.

4. Левченко, Э. П. Исследования принципа комбинированного воздействия на материал в дисковых дробильно-измельчительных машинах [Текст] / Э. П. Левченко // Сборник научных трудов ДонГТУ. — Алчевск : ФГБОУ ВО «ДонГТУ», 2023. — Вып. 30 (73). — С. 99–104.

5. Левченко, Э. П. Возможности и перспективы переработки строительных отходов на примере г. Алчевска [Текст] / Э. П. Левченко, А. Г. Макаревич // Экологический вестник Донбасса. — № 3. — Алчевск : ГОУ ВО ЛНР «ДонГТИ», 2021. — С. 62–70.

6. Левченко, Э. П. Кумуляция разрушающих усилий при диспергировании материалов в металлургии [Текст] / Э. П. Левченко // Инновационные перспективы Донбасса. — Донецк : ДонНТУ, 2020. — Т. 3: Инновационные технологии проектирования, изготовления и эксплуатации промышленных машин и агрегатов. — С. 56–61.

7. Левченко, Э. П. Необходимость и предложение переработки строительных отходов [Текст] / Э. П. Левченко, А. М. Зинченко, О. А. Левченко // Планета — наш дом : сб. материалов XII междунар. молодёж. науч. конф. — Алчевск : ГОУ ВПО ЛНР «ДонГТУ», 2020. — С. 84–88.

8. Строительные материалы [Текст] / Б. Г. Скрамтаев, Н. А. Попов и др. — М. : Высшая школа, 1981. — 362 с.

© Левченко Э. П.

© Вишневский Д. А.

© Зинченко А. М.

© Левченко О. А.

*Рекомендована к печати д.м.н., и.о. главного врача  
ГС «Алчевская городская СЭС» МЗ ЛНР Капрановым С. В.,  
к.х.н., зав. КМНИЛ НЦМОС ДонГТИ Смирновой И. В.*

*Статья поступила в редакцию 03.03.2023.*

**Ph.D. Levchenko E. P., Doctor of Technical Sciences Vishnevsky D. A., Ph.D. Zinchenko A. M.,  
Ph.D. Levchenko O. A. (DonSTI, Alchevsk, LPR, levchenckoeduard@yandex.com)  
PROCESSING OF METALLURGICAL WASTE IN CRUSHING AND GRINDING  
MACHINES OF COMBINED ACTION**

*The paper is devoted to solving the problem of grinding some metallurgical waste in crushing and grinding machines of combined action aimed to their subsequent use. The possibilities have been presented of refractory grinding, as well as slag and concrete lumps.*

**Key words:** *crushing and grinding machines, combined action, metallurgical waste, refractories, slag, concrete waste.*

## **ТРЕБОВАНИЯ**

### **к рукописям статей в научный журнал «Экологический вестник Донбасса»**

Научные статьи, предоставляемые в редакцию, должны соответствовать требованиям, составленным на основании требований ВАК МОН ЛНР и базового издательского стандарта по оформлению статей ГОСТ 7.5–98 «Журналы, сборники, информационные издания».

Научный журнал «Экологический вестник Донбасса» издаётся 4 раза в год. Научный журнал формирует редакционная коллегия: 294204, г. Алчевск, ул. Чапаева, 51г, ауд. 219, ДонГТУ; тел.: (072)-120-77-61; e-mail: eco.donbass@mail.ru; секретарь редакционной коллегии Смирнова Ирина Владимировна.

#### **Тематика разделов:**

- Экология.
- Геоэкология.
- Региональная экология и природопользование.
- Природоохранное законодательство.
- Краткие сообщения.

Представляемые в статье материалы должны быть актуальными, отвечать новым достижениям науки и техники, иметь практическую значимость, соответствовать направленности журнала и представлять интерес для широкого круга специалистов.

Название статьи должно быть лаконичным и понятным, включать в себя объект и предмет исследований, иметь прямое отношение к области исследований и её результатам.

#### **Обязательные элементы статьи:**

- 1) постановка проблемы, обоснование её актуальности;
- 2) анализ последних исследований и публикаций по данной проблеме, вскрытие их недостатков и противоречий;
- 3) выделение нерешённых ранее частей общей проблемы, которым посвящается данная статья;
- 4) формулирование цели, идеи, объекта и предмета исследований, постановка задач исследований;
- 5) описание и обоснование принятой методики исследований;
- 6) изложение основного материала теоретических и (или) экспериментальных исследований с обоснованием достоверности полученных научных результатов;
- 7) выводы о научной новизне и практической ценности результатов, направление дальнейших исследований.

По решению редколлегии в каждом номере журнала может быть опубликовано не более одной статьи обзорного характера, включающей большую часть рекомендованных выше основных элементов.

Редакция оставляет за собой право отклонять рукописи обзорного и компилятивного характера с нечётко сформулированными научными результатами, новизна и достоверность которых недостаточно обоснованы.

Результаты работы не должны предоставляться в виде тезисов.

Ответственность за нарушение авторских прав, несоблюдение действующих стандартов и недостоверность приведённых в статье данных полностью несут авторы статьи.

Текст статьи предоставляется на электронном носителе и в печатном виде, сопроводительная документация только в печатном виде (скан-копия).

Статья должна сопровождаться:

- внутренней рецензией члена редколлегии и внешней рецензией, заверенной печатью организации;

– лицензионным договором с автором(и).

Рекомендуемое количество авторов статьи — до 3-х человек. При необходимости, по решению редколлегии, количество авторов может быть увеличено до 5-ти.

Языки предоставления статей: русский, английский.

## ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ

Текст рукописи статьи от 5 до 10 страниц в книжной ориентации на белой бумаге формата А4 (210×297 мм) с полями: верхнее, нижнее — 27 мм; левое, правое — 24 мм. Различать колонтитулы чётных и нечётных страниц: от края до верхнего колонтитула — 2 см; от края до нижнего колонтитула — 2 см. Страницы не нумеруются. Рукопись статьи оформляется с применением редактора **MS Word в формате, полностью совместимом с Word 97–2003**: шрифт — Times New Roman, размер — 12 пт, интервал — одинарный, выравнивание — по ширине, абзацный отступ — 0,5 см.

Функция «Автоматическая расстановка переносов» должна быть **активирована**. Весь материал подаётся в чёрно-белом оформлении (без градиентов серого или цветовой палитры).

**Не допускается использование списков (маркированных и нумерованных) и элементов «Надпись», а также разрыва «со следующей страницы».**

**ЗАПРЕЩЕНО ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СТИЛЕЙ!!!**

### *Оформление статей*

Статья подаётся отдельным файлом «*Статья.doc*».

УДК проставляется вверху, выравнивание по левому краю, шрифт полужирный, без абзацного отступа. УДК можно определить самостоятельно с помощью классификатора <https://teacode.com/online/udc>. Проверить корректность расшифровки известного УДК можно здесь — <http://scs.viniti.ru/udc/Default.aspx>.

Через один интервал — учёная степень, фамилия, инициалы, разделённые пробелом. С новой строки в круглых скобках через запятую — название организации, название города, страны, e-mail автора. Шрифт полужирный, курсив, выравнивание по правому краю, без абзацного отступа.

С новой строки — название статьи. Выравнивание по центру, шрифт Arial, полужирный, видоизменение — все прописные, без абзацного отступа, интервал перед и после абзаца — 12 пт, с запретом автоматического переноса слов в абзаце. **Не допускается** набор всего названия заглавными буквами (Caps Lock).

С новой строки — краткая аннотация на языке публикации: размер шрифта — 11 пт, курсив. В аннотации сжато излагается формулировка задачи, которая решена в статье, и приводятся полученные основные результаты.

После аннотации с новой строки — ключевые слова (6–8 слов на языке статьи), курсивом, размером 11 пт, интервал после абзаца — «Авто». Фраза «Ключевые слова:» выделяется полужирным начертанием.

С новой строки — текст статьи в **две колонки** одинаковой ширины, промежуток между колонками — 0,5 см.

Слова «рисунок» и «таблица» при упоминаниях в тексте пишутся полностью (пример: «... на рисунке 2 ...»), а в ссылках в конце предложения — сокращённо в скобках (примеры: «... схема инвертора (рис. 2).», «... получены экспериментальные данные (табл. 4).»).

После текста статьи полужирным шрифтом размером 11 пт располагается заголовок «Библиографический список»: интервал перед абзацем — 12 пт, после абзаца — 8 пт, выравнивание по левому краю.

Библиографический список оформляется согласно ГОСТ 7.1–2003 «Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления» размером 11 пт, курсивом и должен быть составлен в порядке упоминания в тексте. Ссылки на литературу в тексте статьи заключаются в квадратные скобки. Рекомендованное количество ссылок — не более восьми источников. Для статей обзорного характера — количество ссылок принимается по решению редколлегии.

Через один интервал — учёная степень, фамилия, инициалы, полное название организации, название статьи, аннотации и ключевые слова на оставшемся языке из двух (русский, украинский), размером шрифта 11 пт.

Учёная степень, фамилия, инициалы оформляются полужирным шрифтом, без абзацного отступа, выравниванием по левому краю. В круглых скобках курсивом через запятую — название организации, название города, страны, e-mail автора.

С новой строки, без абзацного отступа, выравниванием по левому краю — название статьи заглавными буквами.

С новой строки — краткая аннотация курсивом.

С новой строки — ключевые слова курсивом. Фраза «Ключевые слова:» выделяется полужирным начертанием.

#### **Оформление аннотаций отдельным файлом**

Аннотация и ключевые слова дополнительно подаются отдельным файлом «*Аннотация.doc*», размером шрифта 11 пт.

Учёная степень, фамилия, инициалы оформляются полужирным шрифтом, без абзацного отступа, выравниванием по левому краю. В круглых скобках курсивом через запятую — название организации, название города, страны, e-mail автора. С новой строки, без абзацного отступа, выравниванием по левому краю — название статьи заглавными буквами.

С новой строки — краткая аннотация курсивом.

С новой строки — ключевые слова курсивом. Фраза «Ключевые слова:» выделяется полужирным начертанием.

**Не допускается** внедрение в текст аннотации объектов (формул, рисунков и т. д.).

#### **Оформление рефератов отдельным файлом**

Реферат подаётся отдельным файлом «*Реферат.doc*»: размер шрифта — 11 пт, без абзацного отступа, выравнивание — по левому краю. Функция «Автоматическая расстановка переносов» должна быть **выключена**.

Фамилия, имя, отчество оформляются полужирным шрифтом.

С новой строки — учёная степень, должность.

С новой строки — название подразделения.

С новой строки через запятую — название организации, название города, страны, e-mail автора, AuthorID автора (при наличии регистрации в РИНЦ).

Через интервал повторить данные для каждого автора.

Через интервал — название статьи (полужирным начертанием).

Через интервал — текст реферата. Реферат объёмом от 200 до 300 слов исключительно общепринятой терминологии должен быть структурированным и содержать следующие элементы: цель, методика, результаты, научная новизна, практическая значимость. Фразы «Цель.», «Методика.», «Результаты.», «Научная новизна.», «Практическая значимость.» (на русском языке), «Мета.», «Методика.», «Результати.», «Наукова новизна.», «Практична значущість.» (на украинском языке), «Aim.», «Technique.», «Results.», «Scientific novelty.», «Practical significance.» (на английском языке) размещаются с новой строки и выделяются полужирным начертанием. Реферат не должен повторять название статьи.

Через интервал — ключевые слова курсивом. Фраза «Ключевые слова:» выделяется полужирным начертанием.

**Не допускается** внедрение в текст реферата объектов (формул, рисунков, и т. д.).

#### **Рисунки**

Рисунки вставляются в текст единым объектом и могут быть представлены: – *растровыми форматами* — gif, tiff, jpg, bmp и им подобными (качество 300 dpi);

– векторными форматами — emf, wmf (графики, диаграммы).

Рисунки, выполненные в программах Corel, CAD, Word и др., переводятся в один из описанных выше форматов, предпочтительно векторный.

Графический материал следует располагать непосредственно после текста, в котором он упоминается впервые, или на следующей странице. Все позиции, обозначенные на рисунке, должны быть объяснены в тексте и нанесены слева направо, сверху вниз. Перед рисунком интервал 12 пт. Выравнивание по центру, ширина в одну колонку (большие рисунки располагают на ширину страницы вверху или внизу). Рисунки размещают в тексте (не в таблицах), обтекание рисунка — «в тексте». Все рисунки подаются дополнительно отдельными файлами.

Допускается размещение пояснительных данных под иллюстрацией (подрисуночный текст) с выравниванием по центру, без абзацного отступа, размером 10 пт.

Под каждым рисунком (подрисуночным текстом) располагается надпись в формате «Рисунок № Название» с выравниванием по центру без абзацного отступа, интервалом перед и после абзаца — «Авто», размером шрифта 11 пт, с запретом автоматического переноса слов в абзаце. Статья не должна заканчиваться рисунком. Рекомендуется, чтобы площадь, занятая рисунками, составляла не более 25 % общего объема статьи.

### Формулы

Абзац, содержащий формулы, должен иметь следующие параметры: выравнивание по левому краю, без абзацного отступа, интервал перед и после абзаца 6 пт, позиции табуляции — 3,93 см по центру (для расположения формулы) и 7,85 см по правому краю (для расположения номера формулы). Формулы целиком (включая размерности) выполняются с помощью редактора формул **Microsoft Equation 3** или **MathType** математическим стилем, обычное начертание шрифта (нормальный), со следующими размерами:

Full (обычный).....	12 pt
Subscript/Superscript (крупный индекс) .....	9 pt
Sub-Subscript/Superscript (мелкий индекс) .....	7 pt
Symbol (крупный символ).....	14 pt
Sub-Symbol (мелкий символ).....	12 pt
Формат .....	по центру
Междустрочный интервал .....	200 %

**Недопустимо** масштабирование и размещение формул в табличном формате. В одном блоке формулы, попадающем на границу колонок, допускается только одна строка (многострочные формулы разбиваются на блоки). Упоминание элементов формул в тексте статьи также выполняется в редакторе формул.

### Таблицы

Все таблицы располагаются после упоминания в тексте и должны иметь нумерационный заголовок и название (размер шрифта 11 пт). Нумерационный заголовок (*Таблица 1*) выравнивается по правому краю над таблицей, курсив, интервал перед абзацем — 12 пт. С новой строки помещают название выравниванием по центру, без абзацного отступа, с запретом автоматического переноса слов в абзаце; интервал после абзаца — 6 пт.

Таблица выравнивается по центру контейнера, в книжной ориентации, шириной в 1 колонку (большие таблицы располагаются на ширину страницы вверху или внизу). Текст в таблице оформляется размером шрифта 11 пт или 12 пт без абзацного отступа. **Не допускается** заливка ячеек таблицы цветом. **Запрещается** располагать таблицу в альбомной ориентации. После таблицы отступается один интервал.

## СОДЕРЖАНИЕ

### ЭКОЛОГИЯ

<i>Капранова Г. В., Капранов С. В., Тарабцев Д. В., Мельникова З. В., Мельникова С. Е.</i> ОЦЕНКА УРОВНЯ ИНФОРМИРОВАННОСТИ НАСЕЛЕНИЯ О ДИКОРАСТУЩИХ ГРИБАХ.....	5
<i>Коновалов С. А.</i> ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ И СОВРЕМЕННЫЕ УСТРОЙСТВА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ОЗОНА .....	16

### ГЕОЭКОЛОГИЯ

<i>Копец Ю. В.</i> ПРОЦЕСС И УСТАНОВКА ДЛЯ ПИРОЛИЗНОЙ УТИЛИЗАЦИИ ТВЕРДЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ .....	25
<i>Вознюк Ю. С.</i> ПРИБОРЫ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ СКОРОСТИ ТЕЧЕНИЯ ВОДНЫХ ПОТОКОВ. ГИДРОМЕТРИЧЕСКАЯ ВЕРТУШКА .....	29

### РЕГИОНАЛЬНАЯ ЭКОЛОГИЯ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

<i>Дрозд Г. Я.</i> ГОД ВОЙНЫ В ДОНБАССЕ. ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПОСЛЕДСТВИЙ .....	39
<i>Левченко Э. П., Вишневецкий Д. А., Зинченко А. М., Левченко О. А.</i> ПЕРЕРАБОТКА МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ОТХОДОВ В ДРОБИЛЬНО-ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЬНЫХ МАШИНАХ КОМБИНИРОВАННОГО ДЕЙСТВИЯ .....	49

---

---

## CONTENT

### ECOLOGY

*Kapranova G. V., Kapranov S. V., Tarabtsev D. V., Melnikova Z. V., Melnikova S. E.*  
ASSESSMENT ON THE LEVEL OF AWARENESS OF THE POPULATION ABOUT WILD  
MUSHROOMS ..... 5

*Konovalov S. A.*  
TECHNOLOGICAL FEATURES AND MODERN DEVICES FOR PRODUCING OZONE ..... 16

### GEOECOLOGY

*Kopets Yu. V.*  
PROCESS AND A PLANT FOR PYROLYSIS RECYCLING OF SOLID ORGANIC WASTE ..... 25

*Voznyuk Yu. S.*  
INSTRUMENTS FOR MEASURING THE SPEED OF WATER FLOW. HYDROMETRIC  
CURRENT METER (PROPELLER) ..... 29

### REGIONAL ECOLOGY AND NATURE MANAGEMENT

*Drozd G. Ya.*  
YEAR OF WAR IN THE DONBASS. ENVIRONMENTAL IMPACT ASSESSMENT ..... 39

*Levchenko E. P., Vishnevsky D. A., Zinchenko A. M., Levchenko O. A.*  
HYGIENIC AND ENVIRONMENTAL ASSESSMENT OF THE CONDITION NON-CENTRALIZED  
SOURCES OF DRINKING WATER SUPPLY IN AN INDUSTRIAL CITY ..... 49

**UDC 502:504.06**

**Ecological Bulletin of Donbass**

**Scientific Journal**

Issue 8 2023

**Establishers:  
FSEI HE "DonSTU" supported by  
Ministry of Natural Resources  
and Environmental Safety of LPR**

*Certificate of Ministry of Communications  
and Mass Media of the LPR  
for mass media registration  
III 000174 dated 19.01.2021*

*Recommended by academic council  
of FSEI HE "DonSTU"  
(Record № 1 dated 31.03.2023)*

Format 60×84 $\frac{1}{8}$   
Conventional printed sheet 7,9  
Order № 110  
Circulation 100 copies  
Publishing office is not responsible for  
material content giving by author  
for publishing

Address of editorial office, publishing  
and establishing:  
FSEI HE "Donbass State Technical University"  
Lenin avenue, 16, Alchevsk, LPR  
294204  
E-mail: [info@dstu.education](mailto:info@dstu.education)  
Web-site: <http://www.dstu.education>

PUBLISHING AND PRINTING CENTER,  
Room 2113, tel/fax 2-58-59  
Certificate of State registration for mass  
media publisher, owner and distributor  
MI-SGR ID 0000055 dated 05.02.2016

**Editor-in-chief**

Vishnevskiy D. A. — Doctor of Technical Sciences,  
Ass. Prof., Rector

**Deputy chief editor**

Smekalin E. S. — PhD in Engineering, Ass. Prof.,  
Vice-Rector for Science

**Editorial board:**

Degtyaryov Yu. A. — Minister of Natural Resources  
and Environmental Safety of LPR

Ladysh I. A. — Doctor of Agricultural Sciences,  
Ass. Prof.

Borshchevskiy S. V. — Doctor of Technical  
Sciences, Prof.

Shutov M. M. — Doctor of Economics, Prof.

Shelikhov P. V. — Ph.D. in Biology, Ass. Prof.

Zubova L. G. — Doctor of Technical Sciences, Prof.

Zubov A. R. — Doctor of Agricultural Sciences, Prof.

Kapranov S. V. — Doctor of Medicine

Zinchenko A. M. — PhD in Economics, Ass. Prof.

Kusayko N. P. — Head of SMCE

Podlipenskaya L. Ye. — PhD in Engineering, Ass. Prof.

Levchenko E. P. — PhD in Engineering, Ass. Prof.

Protsenko M. Yu. — PhD in Engineering, Ass. Prof.

Shvydchenko S. S. — PhD in Biology, Ass. Prof.

Kalinikhin O. N. — PhD in Engineering, Ass. Prof.

**Secretary of Editorial board**

Smirnova I. V. — PhD in Chemistry

For research scientists, PhD seekers, students  
of higher educational institutions, scientific  
institutions, environmental specialists and ecologists,  
governmental institutions.

Issue language:  
Russian, English

Computer layout  
*Ismailova L. M.*

© FSEI HE "DonSTU", 2023  
© Chernyshova N. V., graphic, 2023