

Особенности освоения, воспроизводства и прогноз развития по 2040 г. сырьевой базы свинца и цинка России

Показаны состояние, структура воспроизводства сырьевой базы свинца и цинка в 1993–2022 гг. и прогноз её развития по 2040 г. Проведён анализ движения запасов и их погашения по типам месторождений. Определены риски и ограничения, влияющие на устойчивость сырьевой базы, обоснована необходимость усиления геологоразведочных работ ранних стадий за счёт средств федерального бюджета для подготовки прогнозных ресурсов и создания «поискового задела» для свинца и цинка.

Ключевые слова: минерально-сырьевая база, свинец, цинк, запасы, добыча, погашение, приросты запасов, прогноз, ресурсный потенциал.

АЛЕКСЕЕВ ЯРОСЛАВ ВЛАДИМИРОВИЧ, кандидат геолого-минералогических наук, начальник отдела, alekseev@tsnigri.ru

КОРЧАГИНА ДАРЬЯ АЛЕКСАНДРОВНА, кандидат геолого-минералогических наук, заместитель начальника отдела, korchagina@tsnigri.ru

КУЛИКОВ ДАНИЛА АЛЕКСЕЕВИЧ, кандидат геолого-минералогических наук, заместитель генерального директора по научной работе, tsnigri@tsnigri.ru

НАУМОВ ЕВГЕНИЙ АНАТОЛЬЕВИЧ, кандидат геолого-минералогических наук, первый заместитель генерального директора, tsnigri@tsnigri.ru

КОНКИН ВИКТОР ДМИТРИЕВИЧ, доктор геолого-минералогических наук, ведущий научный сотрудник, konkin@tsnigri.ru

МИГАЧЁВ ИГОРЬ ФЁДОРОВИЧ, доктор геолого-минералогических наук, главный научный сотрудник, советник, migatchev@tsnigri.ru

ДОНЕЦ АЛЕКСАНДР ИВАНОВИЧ, доктор геолого-минералогических наук, ведущий научный сотрудник, donets@tsnigri.ru

БАРЫШЕВ АЛЕКСАНДР НИКОЛАЕВИЧ, доктор геолого-минералогических наук, ведущий научный сотрудник, baryshev@tsnigri.ru

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Центральный научно-исследовательский геологоразведочный институт цветных и благородных металлов» (ФГБУ «ЦНИГРИ»), г. Москва

Peculiarities of the development and reproduction of the Russian lead and zinc mineral resource base and its forecasting for up to 2040

Ya. V. ALEKSEEV, D. A. KORCHAGINA, D. A. KULIKOV, E. A. NAUMOV, V. D. KONKIN, I. F. MIGACHEV, A. I. DONETS, A. N. BARYSHEV

Federal State Budgetary Institution "Central Research Institute of Geological Prospecting for Base and Precious Metals" (FSBI "TSNIGRI"), Moscow

The state and structure of reproduction of the lead and zinc mineral resource base are shown for the period of 1993–2022, and a forecast of its development for up to 2040 is presented. The mineral reserves movement and redemption were analyzed with account made for the mineral deposit types. The risks and limitations were identified that affected the mineral resource base sustainability. The need is justified to increase the early phase geological exploration at the expense of the federal budget funds to prepare the forecasted resources and to create an "exploration reserve" for lead and zinc.

Key words: mineral resource base, lead, zinc, mineral reserves, production, redemption, reserve growth, forecast, resource potential.

Свинец и цинк относятся к базовым промышленным металлам, включены в перечень стратегических видов минерального сырья, утверждённый распоряжением Правительства Российской Федерации от 30 августа 2022 г. № 2473-р, и, согласно Стратегии развития минерально-сырьевой базы Российской Федерации до 2035 г. (далее Стратегии), утверждённой распоряжением Правительства Российской Федерации от 22 декабря 2018 г. № 2914-р, относятся к полезным ископаемым второй группы, достигнутые уровни добычи которых недостаточно обеспечены запасами разрабатываемых месторождений на период до 2035 г. Целевое значение показателя прироста запасов для свинца и цинка установлено Стратегией на уровне 100 %, а в положениях Стратегии отмечено, что эта величина является средней. Её расчёт осуществляется за последние 10 лет, что вызвано необходимостью сглаживания колебаний, связанных с нерегулярным характером открытия месторождений.

Россия обладает полным производственным циклом «руда – концентрат – металл – изделие» по цинку. Для свинца, напротив, в настоящее время существует производственный разрыв. Получаемые на обогатительных фабриках свинцовые концентраты в полном объёме экспортируются, а производство металлического свинца осуществляется из вторичного сырья, преимущественно из переработанных аккумуляторных батарей.

В структуре сырьевого обеспечения по этим металлам страна занимает одно из ключевых мест в мире по следующим показателям [5, 8–13].

По запасам свинца страна находится в тройке мировых лидеров (12,8%), вслед за Австралией (14,5%) и Китаем (29,4%). По выпуску свинца в концентратах Россия входит в десятку – 7 позиция (5%) после Китая (43,9%), Австралии (9,6%), США (6,0%), Мексики (5,9%), Перу (5,6%) и Индии (5,3%). По их экспорту Россия занимает второе (после Перу) место в мире.

По запасам цинка Россия уступает только Китаю (23,9%), а её доля в рейтинге стран-держателей составляет 15,5%. По производству цинка в концентратах (8 позиция в 2022 г., 2,4% от мира) и металлического цинка Россия входит в десятку основных мировых продуцентов концентрата – тройка ведущих стран представлена Китаем (32,4%), Перу (11,0%), Австралией (10%).

В настоящем анализе месторождения свинца и цинка разделены согласно используемой Госбалансом классификации их руд по промышлен-

ным типам (прим. использованные далее понятия «Госбаланс свинца» и «Госбаланс цинка» характеризуют соответствующие выпуски Госбаланса по указанным металлам). В первой группе расположены месторождения, имеющие основное промышленное значение в качестве источника свинца и цинка с получением товарного продукта – свинцового и цинкового концентратов: для свинца это свинцово-цинковый и полиметаллический типы руд. Для цинка помимо перечисленных типов существенное значение имеют месторождения медноколчеданных руд.

Вторая группа месторождений свинца включает объекты золото-колчеданных, золото-полиметаллических, золото-серебряных, золото-сульфидных, медноколчеданных, молибденовых, оловянно-свинцово-цинковых, оловянных и серебряных руд. К этой группе в анализе отнесено и месторождение свинцовых руд Саурейское, содержащее только 326,7 тыс. т свинца, которое не вовлечено в промышленное освоение.

Вторая группа месторождений цинка представлена объектами золото-колчеданных, золото-полиметаллических, золото-серебряных, золото-сульфидных, золото-сульфидно-цинковых, оловянно-свинцово-цинковых, оловянных, серебряных и цинково-флюоритовых руд. Помимо перечисленных, во вторую группу включено Амурское месторождение цинковых руд, его запасы цинка 383,9 тыс. т по экономическим причинам являются забалансовыми.

Кроме того, в анализируемый период Госбалансом цинка при описании типов руд месторождений также были выделены ещё три типа, которые по различным причинам в настоящее время не используются:

- молибденовые руды Бугдаинского месторождения, 1993–2007 гг., Государственной комиссией по запасам (ГКЗ) при утверждении новых кондиций все запасы цинка сняты с учёта;
- медно-кобальтовые руды Дергамышского месторождения, 2013–2018 гг., запасы цинка в них отработаны;
- серебро-полиметаллический тип, использовался Госбалансом цинка при описании месторождений Прогноз (2001–2013 гг.) и Верхне-Менкече (2002–2013 гг.). На первом объекте первоначально поставленные на баланс по результатам разведочных работ запасы цинка далее при утверждении нового ТЭО (2013 г.) были сняты с учёта. На втором – Госбалансом цинка указанный

тип руд в 2014 г. переопределён на ранее учтённый серебряный (до 2002 г.). При этом в Госбалансе свинца оба этих месторождения определены как серебряные, и в указанные временные интервалы изменения типов руд не происходило. Для сопоставимости в представленном анализе месторождения Прогноз и Верхне-Менкече рассмотрены в качестве серебряных.

На начало 2023 г. свинец и цинк из перечисленных типов второй группы каждого металла в товарные продукты (концентрат) извлекаются из серебряных, золото-серебряных и оловянно-цинково-цинковых руд.

В Госбалансе месторождения по степени промышленного освоения подразделяются на две группы – объекты распределённого фонда недр (разрабатываемые и разрабатываемые на другие компоненты, подготавливаемые к освоению, разведываемые) и нераспределённого фонда (не переданные в освоение). При этом месторождения первой группы, согласно Госбалансу, могут иметь участки как разрабатываемые, так и подготавливаемые к освоению, разведываемые и находящиеся в нераспределённом фонде, например фланги и глубокие горизонты. В представленном анализе это распределение месторождений сохранено.

При анализе результативности геологоразведочных работ и динамики воспроизводства балансовых запасов категорий $A + B + C_1 + C_2$ с 1993 г. по настоящее время все месторождения свинца и цинка дополнительно разделены на две группы – объекты, поставленные на государственный учёт в советский период и отнесённые к «старым», и «новые», учтённые Госбалансом уже в российский этап развития минерально-сырьевой базы (МСБ) этих металлов.

Промышленные (подготовленные к эксплуатации или эксплуатируемые) запасы главным образом представлены категориями B и C_1 . Запасы цинка категории A на начало 2023 г. учтены только на двух «старых» месторождениях и составляют 7,7 тыс. т, для свинца они отсутствуют.

Также для целостности анализа установленный Стратегией средний показатель воспроизводства запасов в 100% от их погашения за последние 10 лет не только расширен на весь рассмотренный временной период, 1993–2022 гг., но и учтены годовые значения прироста запасов и их погашения. Это позволило оценить интенсивность изменения каждого из указанных показателей.

При оценке результативности геологоразведочных работ (ГРП) в российский период в качестве критерия принято количество поставленных на государственный учёт «новых» месторождений свинца и цинка с балансовыми запасами категорий $B + C_1 + C_2$, а также крупность таких месторождений (раздельно по каждому компоненту в тыс. т Pb и Zn : малые до 100, средние 100–1000, крупные от 1000 [3]).

Развитие минерально-сырьевой базы свинца в 1993–2022 гг. Сырьевая база свинца России характеризуется отрицательной динамикой изменения суммарных балансовых запасов (далее запасов, если не отмечено особо), в 1993–2022 гг. они снизились с 19409,5 до 17233 тыс. т. Основными факторами убыли являются эксплуатация месторождений, списание запасов, произошедших на ряде «старых» объектов вследствие переоценки и неподтверждения, сравнительно малое количество выявленных по результатам ГРП значимых по крупности запасов «новых» месторождений от их общего числа.

«Старые» месторождения. В структуре запасов промышленных типов руд определяющее положение занимают свинцово-цинковые и полиметаллические месторождения. В 1993–2022 гг. их доля в целом не претерпела изменений и на начало 2023 г. составляет 87,9%. При этом постепенно с 1993 г. вклад свинцово-цинковых месторождений снижается, в 2022 г. на него впервые пришлось менее половины – 49,7%; полиметаллических, напротив, растёт, 38,2%. Это обусловлено более интенсивной динамикой снижения запасов на объектах свинцово-цинковых руд, в 1,6 раз до 6916,7 тыс. т в 2022 г. относительно 1993 г., в сравнении с объектами полиметаллических и прочих типов руд – убыль в 1,1 и 1,3 раза до 5311,3 и 1684,4 тыс. т.

Такая динамика определяет уровень воспроизводства запасов на «старых» месторождениях – только дважды он превысил 100% вследствие доразведки медноколчеданных Северо-Подольского и Сафьяновского (1994 г.) и серебряного Верхне-Менкече (1999 г.) месторождений. В остальные годы показатель воспроизводства не только не достигал 100%, но и 8 раз (1996, 2005–2009, 2011, 2015 гг.) был отрицательным, что отразилось на значении прироста запасов в 1993–2022 гг., – 1774,6 тыс. т свинца (*прим. при отрицательном значении прироста запасов также используется понятие «урост»*).

Среди «старых» месторождений наибольшее списание запасов произошло в следующие годы: из-за переоценки (пересчёт по новым кондициям) на свинцово-цинковом Горевском (2015 г.) и молибденовом Бугдаинском (2007 г.) – 1478,3 и 452,5 тыс. т; вследствие их неподтверждения при эксплуатационной разведке на свинцово-цинковом Николаевском (2006 и 2011 г.), суммарно 178,1 тыс. т, и переутверждения постоянных кондиций этого месторождения (2015 г.) – 193 тыс. т (рис. 1).

На золото-серебряном Дукатском месторождении в 2005 г. запасы свинца и цинка в полном объ-

ёме в количестве 82,3 и 78,9 тыс. т были списаны ГКЗ Роснедра из-за нецелесообразности отработки, согласно технико-экономическим расчётам. Однако уже в 2006 г. были учтены вновь для решения вопроса извлечения свинца и цинка в товарные продукты, при этом количество запасов металлов уменьшилось, составив соответственно 46,4 и 48,2 тыс. т.

«Новые» месторождения. В результате геологоразведочных работ в 1993–2022 гг. на государственный учёт были поставлены 22 месторождения свинца. При этом на месторождении Уваряж первоначально учтённые (2003 г.) Госбалансом

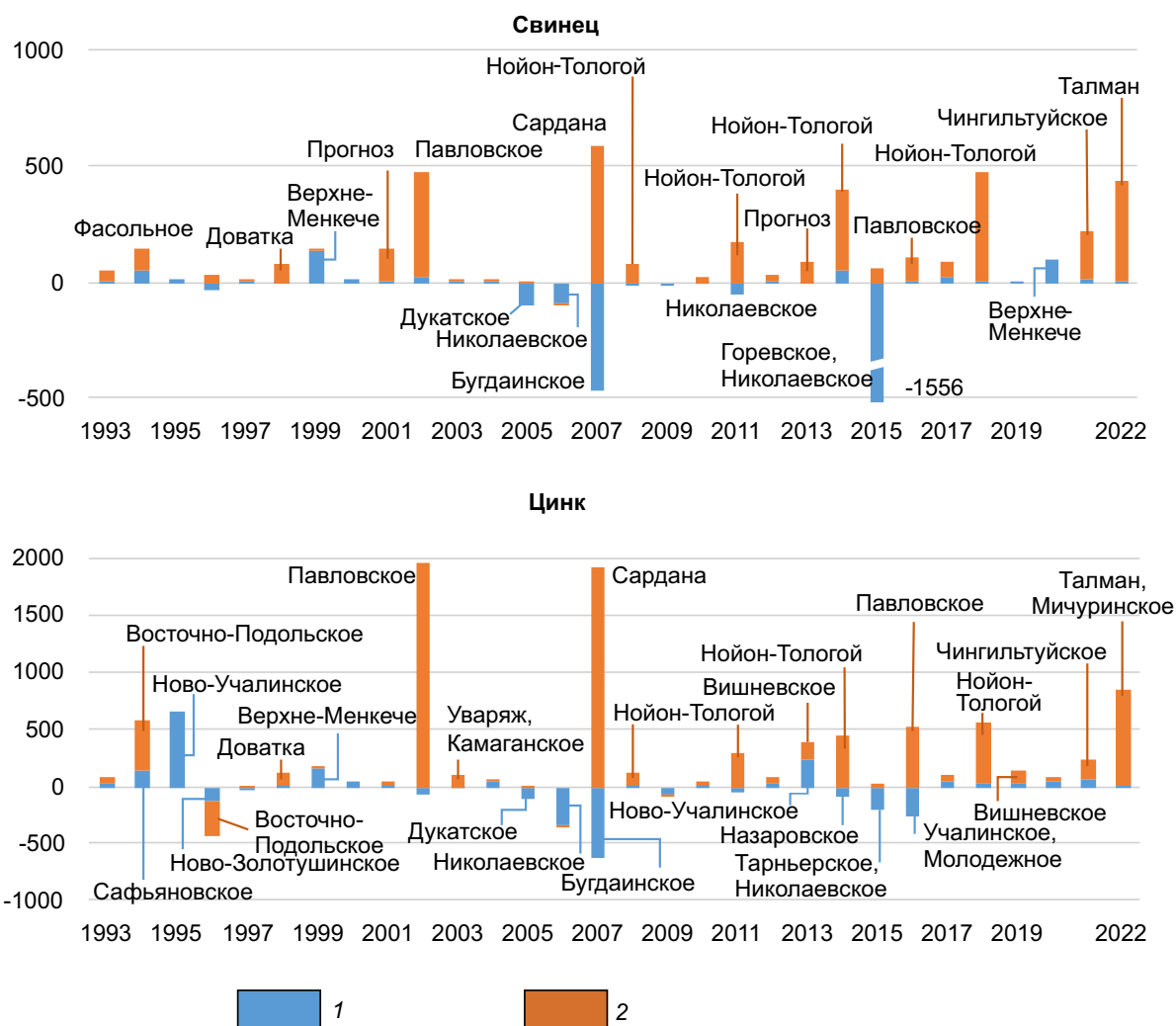


Рис. 1. Прирост балансовых запасов* свинца и цинка (тыс. т) на «старых» и «новых» месторождениях за счёт всех причин:

месторождения : 1 – «старые» и 2 – «новые»; *здесь и далее с учётом уточнений сведений Госбаланса ПИ

запасы свинца 4,5 тыс. т в 2008 г. были сняты из-за низких содержаний этого металла в руде и отсутствия технологии его извлечения. Как отмечено в Госбалансе, их учёт был как оперативно подчитанных, но протоколом РКЗ Республики Башкортостан № 14/1029 от 30.12.2003 г. запасы этого металла не были утверждены. На начало 2023 г. Госбалансом остаётся учтённым 21 «новое» месторождение свинца с суммарными балансовыми запасами 3320,6 тыс. т. Прирост балансовых запасов за 1993–2022 гг. достиг 3608,2 тыс. т, из которых были погашены (добыча и эксплуатационные потери) 287,6 тыс. т.

Результативность ГРП в рассматриваемый период является неравномерной во времени и имеет следующие особенности.

В 1993–2001 гг. после проведения работ и государственной экспертизы на баланс были поставлены 5 «новых» месторождений, 3 свинцово-цинковых и 2 полиметаллических. Суммарные запасы на них соответственно составили 136 и 131,1 тыс. т свинца. На Майминовском полиметаллическом месторождении, вклад которого в прирост запасов этого типа руд составил 47,1 из 131,3 тыс. свинца, 2,5 тыс. т металла в 1993–2000 гг. были отработаны.

С 2002 г. результативность ГРП стала возрастать, на учёт были поставлены значимые объекты свинцово-цинковых руд – Павловское, Сардана и Нойон-Тологой. Дальнейшая доразведка первого и третьего месторождений определили главную позицию объектов этого типа руд в структуре балансовых запасов свинца «новых» месторождений. На начало 2023 г. на семи месторождениях они составляют 2164,9 тыс. т или 65,2% от «новых» объектов.

Для полиметаллических месторождений рост результативности ГРП произошёл только с 2021 г. В этот год на баланс было поставлено Чингильтуйское месторождение, содержащее 189,8 тыс. т свинца, а в следующий – Талман (438,9 тыс. т). На начало 2023 г. на семи объектах этого типа руд учтены 821,5 тыс. т металла или 24,7%.

Первый прирост запасов свинца в группе месторождений прочих типов руд отмечен в 2001 г., когда по завершении ГРП на Госбаланс было поставлено месторождение серебряных руд Прогноз, содержащее попутно 144,7 тыс. т свинца. Изменение запасов Прогноза влияет на показатели этой группы. При переутверждении ТЭО в 2013 и 2022 гг. запасы месторождения сначала увеличи-

лись до 213,3 тыс. т (прим. согласно протоколу госэкспертизы – уточнение в сравнении с Госбалансом), после уменьшились до 198,5 тыс. т. Вклад в прирост запасов остальных 6 объектов менее значим, суммарно 158,1 тыс. т свинца. По состоянию на начало 2023 г. запасы свинца месторождений прочих типов руд с учётом их погашения при эксплуатации 22,4 тыс. т, составляли 334,2 тыс. т или 10,1%.

Степень изученности месторождений (оценённая или разведанная), текущий статус ТЭО (временные или постоянные разведочные кондиции), плотность разведочной сети с наличием участков детализации для месторождений незатронутых добычей и эксплуатируемых объектов, где информация о рудных телах дополнительно подтверждена эксплуатационной разведкой, сложность геологического строения рудных тел, их мощность и характер минерализации [2], а также крупность учтённых запасов каждого объекта – все эти параметры в совокупности определяют показатель структуры балансовых запасов в выделенных группах типов руд месторождений. Количественно он выражен отношением запасов категорий В + С₁ и С₂.

На свинцово-цинковых месторождениях на начало 2023 г. этот показатель в среднем составлял (в%) 40 к 60, полиметаллических – 24 к 76, прочих – 58 к 42.

Представленная характеристика группы свинцово-цинковых месторождений обусловлена крупными месторождениями. На Сардане все запасы свинца подсчитаны по временным разведочным кондициям и квалифицированы при экспертизе по категории С₂. У Нойон-Тологой и Павловского запасы свинца подсчитаны на основе постоянных разведочных кондиций, а их отношение В + С₁ к С₂ достигает 64 к 36 и 55 к 45%. На остальных четырёх месторождениях группы преобладают запасы категории С₂ (Фасольное и Августовское) или учтена только эта категория (Сарафанный (Черемшанский рудный узел), Ируновское).

Показатель группы полиметаллических объектов определяется месторождениями Талман и Чингильтуйское, как наиболее крупных. На первом объекте запасы подсчитаны по постоянным разведочным кондициям, отношение С₁ к С₂ составляет 38 к 62%, на втором по временным – 2 к 98%. На остальных малых объектах группы, кроме Галкинского, где преобладает категория С₁, запасы представлены преимущественно категорией

C_2 , а на Доватке квалифицирована только эта категория. При этом характеристика месторождения Восточно-Зареченский участок обусловлена почти полной отработкой запасов категории C_1 .

В группе прочих руд на наиболее крупном месторождении Прогноз и малом Мангазейском отношение запасов категорий C_1 к C_2 составляет 92 к 8% и 94 к 6%. На остальных 5 объектах все запасы квалифицированы по категории C_2 .

Обеспечение стабильности функционирования действующих центров добычи (Нойон-Тологой и др.), формирование долговременных условий не только для начала эксплуатации, но и последующего её продолжения для месторождений, пока не затронутых отработкой (Чингильтуйское и др.), определяет целесообразность дальнейших разведочных работ на «новых» месторождениях свинца, направленных на повышение доли промышленных запасов категорий (В) + C_1 .

Таким образом, в 1993–2022 гг. общее воспроизводство запасов сырьевой базы свинца с учётом «уроста» на «старых» месторождениях (-1774,6 тыс. т) и результатов работ по выявлению «новых» месторождений (3608,2 тыс. т) достигло 1833,6 тыс. т. При эксплуатации месторождений в этот период были погашены 4010,1 тыс. т свинца. Соотнесение этих характеристик определяет уровень воспроизводства запасов, который составляет 45,7%. Как отмечено выше, в Стратегии он установлен в 100% за десятилетний период, однако имеющееся недостижение этого значения в более длительный период отражает отсутствие должного воспроизводства сырьевой базы свинца и означает её исчерпание. Количественная разность между приростом запасов и их погашением за 1993–2022 гг. в 2176,5 тыс. т характеризует накопленную недостаточность восполнения сырьевой базы свинца, которую необходимо учитывать при прогнозировании её развития.

В 2023 г., по предварительным данным ФБУ «ГКЗ», весь прирост запасов свинца был обеспечен только «новыми» месторождениями, однако он не компенсирует ожидаемый уровень погашения в этом году в целом по РФ. Основной вклад в прирост запасов свинца обеспечили проведённые работы на флангах и глубоких горизонтах полиметаллического Шивиинского и серебряного Мангазейского месторождений – 56,7 и 25,1 тыс. т. По результатам ГРП впервые на учёт были поставлены два месторождения: серебряное Чистое, содержащее 19,2 тыс. т свинца, и серебряно-медное

Верхне-Золотое, по экономическим и технологическим причинам подсчитанные на нём 8,1 тыс. т запасов свинца при экспертизе отнесены к балансовым.

Развитие минерально-сырьевой базы цинка в 1993–2022 гг. Сырьевая база цинка России также характеризуется сокращением суммарных балансовых запасов в 1993–2022 гг. с 61 529,3 до 58 766,1 тыс. т. Основными факторами убыли являются эксплуатация месторождений, списание запасов, произошедшие на ряде «старых» объектов вследствие переоценки, неподтверждения и иных причин, сравнительно малое количество выявленных по результатам ГРП «новых» значимых по запасам месторождений.

«Старые» месторождения. В структуре запасов промышленных типов руд ведущее положение принадлежит полиметаллическим месторождениям, следующие по значимости медноколчеданные и свинцово-цинковые. Суммарно в 1993–2022 гг. их доля в запасах в целом не претерпела изменений, составляя 97% на начало 2023 г.

При этом постепенно значимость медноколчеданных месторождений в запасах снижается, в 2022 г. на них учтены 22,3% от их общего количества, полиметаллических и свинцово-цинковых, напротив, растёт – 52,1 и 22,6%.

Изменения в целом обусловлены более интенсивным погашением запасов на объектах медноколчеданных руд при их эксплуатации, в 2022 г. они сократились в 1,55 раза относительно 1993 г. до 11 444 тыс. т, по сравнению со свинцово-цинковыми и полиметаллическими рудами – сокращение в 1,11 и 1,06 раза до 11 648,1 и 26 801,6 тыс. т.

Вследствие этого уровень воспроизводства запасов на «старых» месторождениях только единожды превысил 100%, при доразведке медноколчеданного Ново-Учалинского месторождения (1995 г.) В остальные годы показатель воспроизводства не только не достигал 100%, но и 11 раз (1996, 1997, 2002, 2005–2007, 2009, 2011, 2014–2016 гг.) был отрицательным, что отразилось на значении прироста запасов в 1993–2022 гг. – 283,9 тыс. т цинка.

Среди «старых» месторождений наибольшее списание запасов цинка отмечено в следующие годы: из-за переоценки (пересчёт по новым условиям) на молибденовом Бугдаинском (2007 г.), медноколчеданных Учалинском (2016 г.) и Тарньерском (2015 г.), соответственно 631,8, 220,6 и 95,6 тыс. т; из-за неподтверждения при эксплуатационной разведке (2006 и 2011 г.) на свинцово-

цинковом Николаевском, суммарно 250,9 тыс. т, и переутверждения постоянных кондиций (2015 г.) – 136,5 тыс. т (рис. 1). В 2006 г. с учёта были списаны 190,8 тыс. т балансовых запасов цинка Весенне-Аралчинского медноколчеданного месторождения по причине расположения на территории Республики Казахстан.

«Новые» месторождения. Динамика наращивания запасов цинка на «новых» месторождениях схожа с таковой для свинца. Результативность ГРП возрастает с 2002 г., когда на учёт было поставлено первое значимое по запасам цинка месторождение Павловское, содержащее 1967,2 тыс. т металла, а суммарные запасы объектов свинцово-цинковых руд превысили 2000 т, увеличившись сразу в 14,7 раз.

Дальнейшее укрепление сырьевой базы цинка также обусловлено успешностью ГРП и постановкой на баланс свинцово-цинковых месторождений Сардана и Нойон-Тологой. При этом на последнем объекте, а также Павловском месторождении отмечен прирост запасов после их доразведки.

Для полиметаллических объектов крупный прирост запасов произошёл только в 2022 г. и обусловлен постановкой на государственный учёт месторождения Талман, содержащего 541,1 тыс. т цинка, после чего суммарные запасы этой группы месторождений превысили 1000 т.

Значимые изменения запасов медноколчеданных месторождений обусловлены последовательными во времени работами на Вишневском месторождении. В 1999 г. после ГРП решением РКЗ Республики Башкортостан разведанные запасы Вишневского месторождения 260,9 тыс. т. ввиду нерентабельности отработки были утверждены в качестве забалансовых. В 2012 г. была завершена поисково-оценочная стадия работ и на основе утверждённых временных разведочных кондиций осуществлён прирост балансовых запасов цинка в количестве 175 тыс. т при уменьшении забалансовых запасов на 255 тыс. т. В Госбалансе эти изменения запасов отражены в 2000 и 2013 гг. После проведения разведочных работ, утверждения ТЭО постоянных кондиций запасы цинка месторождения увеличились до 263,2 тыс. т.

Структура балансовых запасов цинка на месторождениях свинцово-цинковых и полиметаллических руд подобна таковой для свинца, отношение категорий В + С₁ к С₂ в среднем по каждой группе соответственно составляет (в %) 36 к 64 и 27 к 73. Представленные значения обуслов-

лены месторождениями Нойон-Тологой, Павловское, Сардана, Талман и Чингильтуйское.

В группе объектов медноколчеданных руд отношение запасов категории С₁ (*прим. категория В при этом не оценена*) к С₂ составляет 85 к 15% и обусловлено Вишневским месторождением, его значения 87 к 13%.

Общая результативность ГРП 1993–2022 гг. выражена тридцатью шестью «новыми» месторождениями, содержащими балансовые запасы цинка. По различным причинам четыре из тридцати шести объектов перестали учитываться Госбалансом цинка, ещё на одном месторождении балансовые запасы переведены в забалансовые.

На медно-кобальтовом Дергамышском и серебряном Терем запасы цинка в руде были погашены при эксплуатации к 2018 г.

На медноколчеданном месторождении Левобережное, согласно протоколу ГКЗ № 2430 от 2011 г., ранее поставленные (2004 г.) запасы цинка были сняты с государственного учёта по причине невозможности получения цинкового концентрата, а извлекавшийся при лабораторных исследованиях цинк в медный концентрат в процессе дальнейшего металлургического передела полностью переходил в шлам.

На медноколчеданном Восточно-Подольском и серебряном Прогнозе первоначально поставленные в 1994 и 2001 гг. балансовые запасы цинка были переоценены. На Восточно-Подольском из-за длительного срока окупаемости затрат для их освоения решением РКЗ Республики Башкортостан запасы месторождения были списаны и переведены в забалансовые по технико-экономическим причинам (*прим. изменение отражено в Госбалансе на 01.01.1997 при протоколе от 01.04.1997 № 4/955*). На Прогнозе решением ГКЗ (протокол от 29.11.2013 г № 3409) запасы цинка сняты с учёта как неизвлекаемые при переработке.

С учётом этих особенностей общий прирост балансовых запасов на «новых» объектах составил 7794,9 тыс. т цинка. Кроме того, в результате ГРП на учёт как забалансовые были поставлены запасы цинка трёх месторождений: Амурское, Звездное, Утреннее – в сумме 451,8 тыс. т.

С учётом добычи и списания эксплуатационных потерь (461,4 тыс. т) на начало 2023 г. на 31 «новом» объекте учтены 7333,5 тыс. т цинка. Из них 7 относятся к свинцово-цинковым, 8 – к полиметаллическим, 9 – к медноколчеданным; их суммарные балансовые запасы соответственно

составляют 5542,3, 1027 и 310,1 тыс. т цинка. Среди свинцово-цинковых месторождений наиболее крупными являются Павловское (2487,9 тыс. т), Сардана (1926,4 тыс. т), Нойон-Тологой (948,4 тыс. т); полиметаллических – Талман (541,2 тыс. т) и Чингильтуйское (150,4 тыс. т); медноколчеданных – Вишневское (241,4 тыс. т). Среди месторождений прочих типов руд наиболее значимо золото-полиметаллическое Мичуринское, содержащее 309,6 тыс. т цинка.

Таким образом, в 1993–2022 гг. общее воспроизводство запасов сырьевой базы цинка, с учётом «уроста» на «старых» месторождениях (-283,9 тыс. т) и результатов работ по выявлению «новых» месторождений (7794,9 тыс. т), достигло 7511 тыс. т. При эксплуатации месторождений в этот период были погашены 10 274,2 тыс. т цинка. Расчётный уровень воспроизводства запасов за 1993–2022 гг. составил 73,1%, что отражает наличие длительного исчерпания сырьевой базы цинка без должного воспроизводства. Количественная разность между приростом запасов и их погашением за 1993–2022 гг. в 2763,2 тыс. т характеризует накопленную недостаточность восполнения сырьевой базы цинка, которую необходимо учитывать при прогнозировании её развития.

В 2023 г., по предварительным данным ФБУ «ГКЗ», весь прирост балансовых запасов цинка был обеспечен только «новыми» месторождениями, по количеству он может компенсировать ожидаемый годовой уровень погашения в целом по РФ. По результатам ГРП впервые на учёт было поставлено медно-цинковоколчеданное (экспертно отнесено к медноколчеданному типу руд) Новопетровское месторождение с запасами цинка 376,9 тыс. т. Остальной прирост запасов обеспечили доразведка флангов и глубоких горизонтов полиметаллического Шивиинского месторождения – 53,9 тыс. т. По результатам ГРП впервые на учёт были поставлены два месторождения, упомянутые серебряное Чистое, содержащее 47,3 тыс. т цинка, и серебряно-медное Верхнее-Золотое, его запасы цинка 29,8 тыс. т отнесены экспертизой к забалансовым.

Распределение месторождений по промышленным типам руд и степени освоения.

Сырьевая база свинца на начало 2023 г. образована 108 месторождениями с общими запасами 17 233 тыс. т. В том числе учтены 10 объектов только с забалансовыми запасами. В распределённом фонде находились 47 месторождений

из 98 с балансовыми запасами (кат. $BC_1 + C_2$), содержащих 10 854,2 тыс. т или почти 63%.

Сырьевая база цинка сформирована 161 месторождением с общими запасами 58 766,1 тыс. т, из них 24 содержат только забалансовые запасы. В недропользование переданы 72 объекта из 137 с балансовыми запасами (кат. $ABC_1 + C_2$), на которых учтены 31 506,4 тыс. т или 53,6%.

На общий уровень лицензирования запасов сырьевой базы рассматриваемых металлов влияет Холондинское месторождение, освоение которого невозможно из-за нахождения в центральной экологической зоне Байкальской природоохранной территории (свинца – 3358,9 и цинка – 21 195,2 тыс. т или 19,5 и 36,1% от всех запасов РФ). С учётом указанного обстоятельства уровень лицензирования запасов сырьевой базы этих металлов составляет Pb – 78,2 и Zn – 83,9%.

Свыше 90% запасов свинца и почти 92% цинка из переданных в освоение контролируют 9 компаний: АО «Горевский ГОК», Группа «Highland Gold», ОАО «УГМК», ООО «Байкалруд», ООО «Якутский газоперерабатывающий комплекс», АО «Первая горнорудная компания», ООО «Горная компания (ГК) "Золотая гора"», АО «ГМК "Дальполиметалл"», ООО «Лунсин». За исключением последних трёх компаний, находящиеся в их собственности месторождения по запасам свинца и цинка превышают 500 тыс. т. У ООО «ГК «Золотая гора», АО «ГМК «Дальполиметалл», ООО «Лунсин» учтённые запасы свинца в убывающем порядке составляют 438,9–109,1 тыс. т.

При указанных особенностях лицензирования сырьевой базы свинца и цинка между «старыми» и «новыми» объектами определены различия, которые рассмотрены ниже, при этом представлена динамика за 1993–2022 гг.

«Старые месторождения». Свинцово-цинковые руды. Состояние освоённости основных запасов свинца и цинка зависит от степени промышленного освоения Горевского и Озерного месторождений (рисунки 2 и 3).

На первом объекте в 1993–1998 гг. все запасы числились в качестве подготавливаемых. С 1999 г. запасы руды Горевского месторождения для открытой добычи в Госбалансе стали иметь разрабатываемую степень освоения, для подземной – подготавливаемую. В 2015 г., как отмечено выше, недропользователь АО «Горевский ГОК» переоценил запасы месторождения с их уменьшением. Запасы под открытую обработку, подсчитанные

на основе постоянных разведочных кондиций до абс. отметки -175 м, стали учитываться Госбалансом как разрабатываемые, до абс. отметки -435 м – как подготавливаемые. Запасы для подземной отработки в связи с низкой степенью их изученнос-

ти и подсчётом на основе временных разведочных кондиций отнесены при экспертизе в ГКЗ к разведываемым. С 2017 г. после согласования нового технического проекта разработки месторождения все запасы под открытую отработку

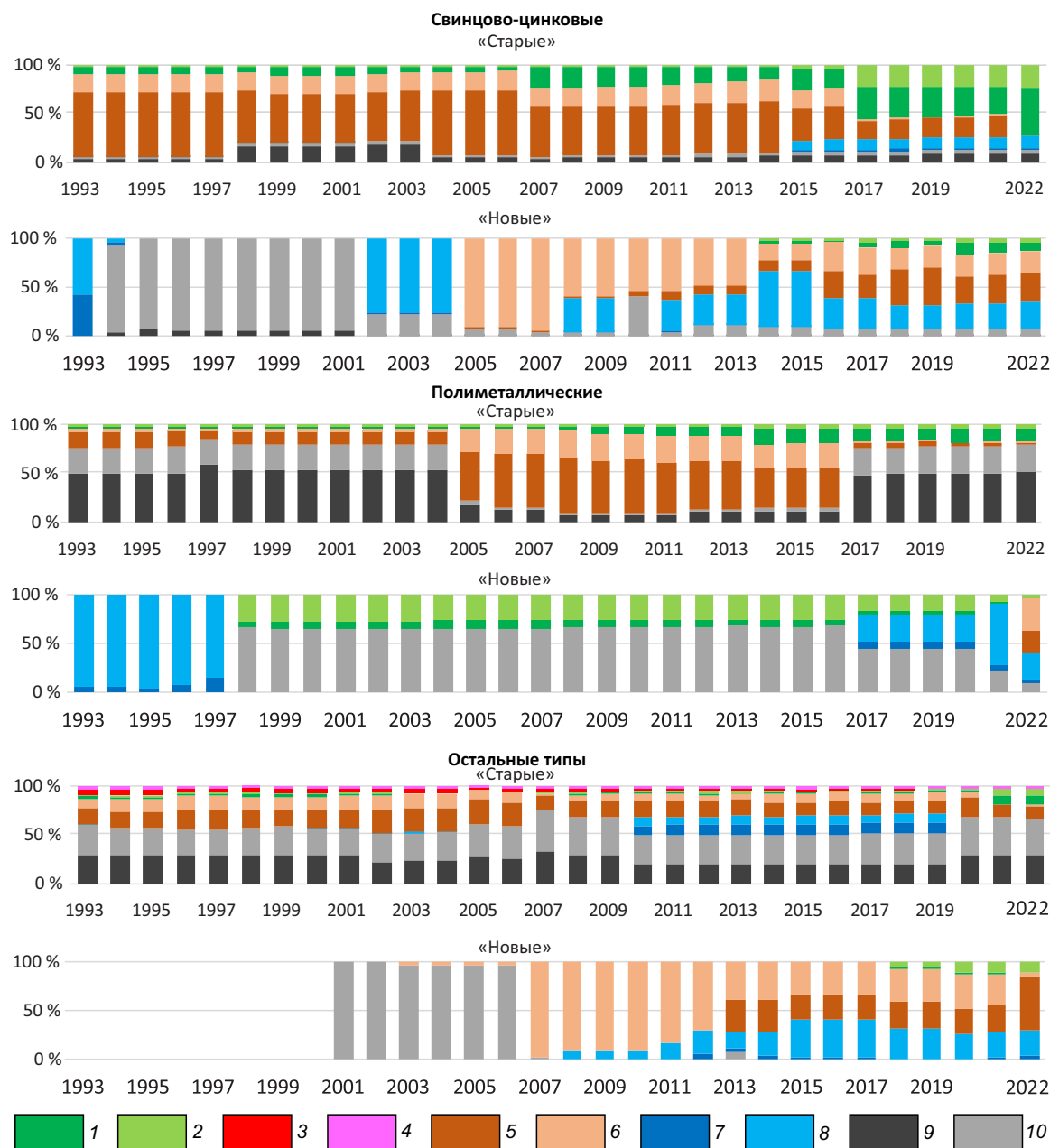


Рис. 2. Динамика балансовых запасов «старых» месторождений свинца по уровням промышленного освоения, %:

распределённый фонд (РФН), уровни освоения: РЗР – разрабатываемые: 1 – ABC_1 , 2 – C_2 , РК – разрабатываемые на другие компоненты: 3 – ABC_1 , 4 – C_2 ; ПО – подготавливаемые к освоению: 5 – ABC_1 , 6 – C_2 , РЗВ – разведываемые: 7 – ABC_1 , 8 – C_2 ; нераспределённый фонд (НРФН): не переданные в освоение: 9 – ABC_1 , 10 – C_2

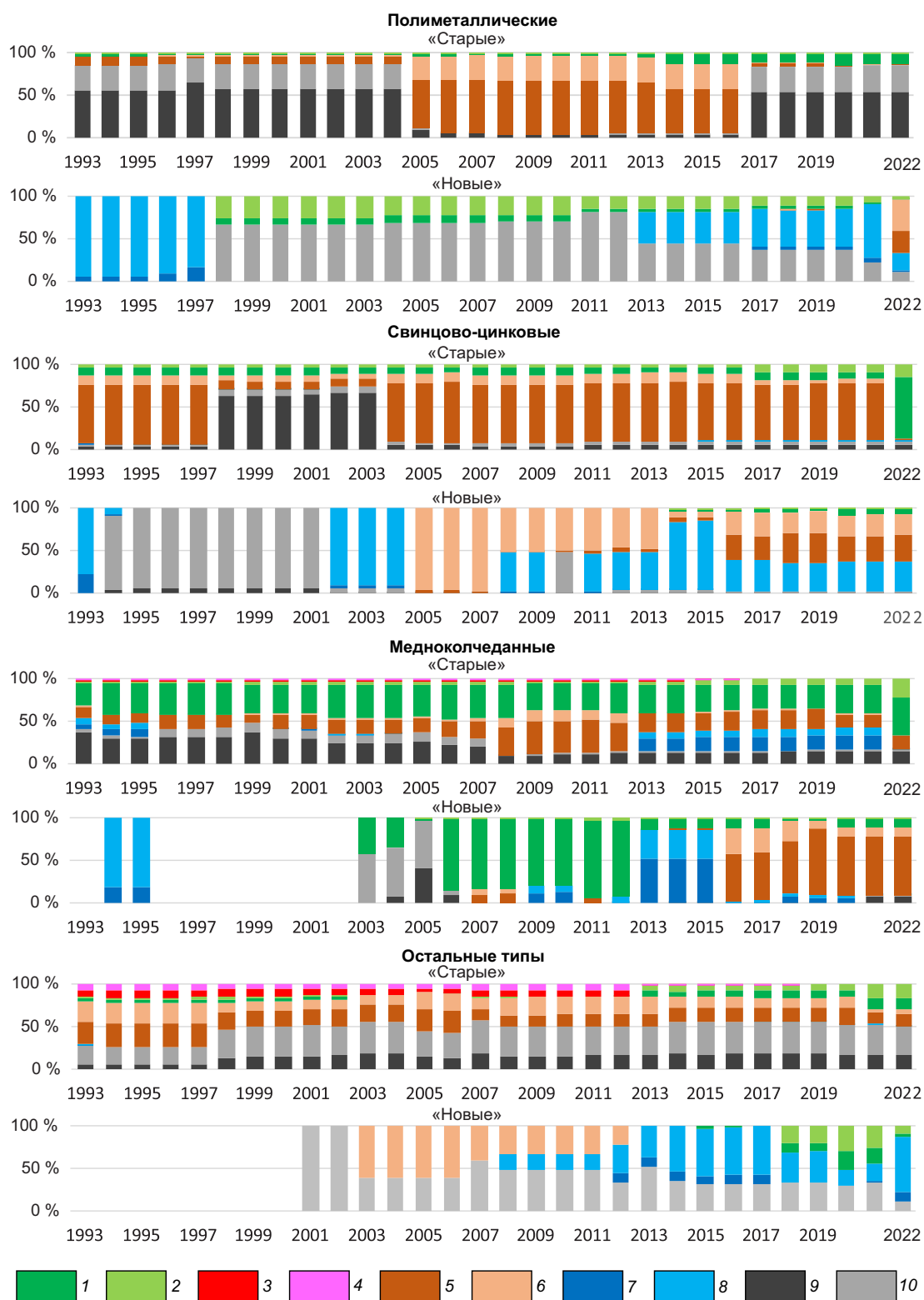


Рис. 3. Динамика балансовых запасов «старых» месторождений цинка по уровням промышленного освоения, %:

распределённый фонд (РФН), уровни освоения: РЗР – разрабатываемые: 1 – ABC_1 , 2 – C_2 , РК – разрабатываемые на другие компоненты: 3 – ABC_1 , 4 – C_2 , ПО – подготавливаемые к освоению: 5 – ABC_1 , 6 – C_2 , РЗВ – разведываемые: 7 – ABC_1 , 8 – C_2 ; нераспределённый фонд (НРФН): не переданные в освоение: 9 – ABC_1 , 10 – C_2

учитываются Госбалансом как разрабатываемые, поскольку добыча осуществляется в пределах единого карьера.

Процесс освоения Озерного месторождения являлся прерывистым. В 1998 г. произошёл отзыв лицензии у АО «Цветметинвест», общество не смогло приступить к работам из-за отсутствия финансовых средств. В 2004 г. месторождение вновь было лицензировано, перейдя из нераспределённого фонда недр в подготавливаемое. Однако финансовые трудности, последовавшая смена инвестора отложили фазу эксплуатации месторождения. Только с 2020 г. ООО «Озерное» (входит в группу «Highland Gold») начало на объекте добычу. Руда направлялась на склад, в 2022 г. запасы стали учитываться Госбалансом как разрабатываемые.

Отсутствие изменений в запасах нераспределённого фонда недр с 2015 г. для обоих металлов отражает низкий уровень инвестиционного интереса к учтённым в нём объектам.

Полиметаллические руды. На освоенность запасов свинца и цинка этой группы месторождений влияет Холоднинское месторождение (см. рисунки 2 и 3). В 2005 г. месторождение было передано ООО «ИнвестЕвроКомпани», движение запасов не происходило, а в 2017 г. в соответствии с приказом Роснедра лицензия была прекращена досрочно по причине расположения в Центральной экологической зоне Байкальской природной территории, в границах водоохранной зоны оз. Байкал, где добыча руд запрещена.

Среди менее крупных месторождений выделяются Корбалихинское (принадлежит структурному подразделению ОАО «УГМК» компании «Сибирь-Полиметаллы») и Кызыл-Таштыгское (ООО «Лунсин»). Стадии эксплуатации (Кызыл-Таштыгское с 2013 г., Корбалихинское с 2014 г.) предшествовало длительное нахождение запасов в статусе подготавливаемых, на первом объекте с 2006 г., на втором с 1998 г. после повторного лицензирования.

Медноколчеданные руды. Освоенность месторождений этого типа руд характеризуется волнообразной динамикой (см. рис. 3). В 1996–1999 гг. отмечен максимальный рост запасов цинка нераспределённого фонда до 8368,8 тыс. т, обусловленный Ново-Учалинским (прекращение работ АО «Уралцветметразведка» из-за отсутствия финансирования и передача объекта в государственный резерв), Комсомольским и Тарньерским аннулирование лицензий) месторождениями. При

этом более сильное «замораживание» запасов было компенсировано лицензированием (1103,3 тыс. т) Юбилейного месторождения (1996 г.). Улучшение рыночной конъюнктуры и связанного с ней финансового состояния добывающих предприятий, необходимость замещения выбывающих мощностей способствовали возвращению интереса к объектам нераспределённого фонда и их лицензированию, в том числе повторному. С 2000 по 2008 гг. переданы в недропользование крупные Подольское и Ново-Учалинское и среднемасштабные объекты Тарньерское, Чебачье и др. Это сократило нераспределённый фонд до 1580,5 тыс. т. В последующие 4 года запасы нераспределённого фонда вновь увеличились из-за аннулирования лицензий на ряде объектов – Левихинская группа месторождений, Кизил-Дере и др. После его состояние в целом стабилизировалось, в нём остаются два значимых по запасам цинка месторождения (тыс. т): Комсомольское – 712,4 и Ново-Урское – 560,1, которые в перспективе могут быть лицензированы. Однако из-за давности экспертизы запасов (первое 1988 г., второе 1955 г.) они нуждаются в переоценке. Существенные колебания запасов, имеющих статус разведываемых и подготавливаемых, вызваны Ново-Учалинским месторождением и особенностью его учёта Госбалансом. С 2022 г. объект перешёл в категорию разрабатываемых.

Остальные типы руд. Состояние освоенности запасов свинца и цинка этой группы месторождений определяется привлекательностью и востребованностью основных компонентов, серебра, золота и др. Так, относительная стабильность запасов нераспределённого фонда цинка и отчасти свинца с 2008 г. связана с необходимостью поиска инвесторов по освоению свинец- и цинксодержащих объектов оловянных руд – Шерловогорское и др. (см. рисунки 2 и 3). Отрицательным фактором востребованности может являться формальная «монометалльность» месторождения. Так, Саурейское месторождение, где Госбалансом учтены только запасы свинца, в 2010–2019 гг. являлось разведываемым. Однако работы не были завершены, а авторская оценка попутных компонентов (барит, золото и пр.), осуществлённая согласно Государственному кадастру месторождений [6] ещё в СССР, пока остаётся неподтверждённой государственной экспертизой запасов. В 2020 г. по инициативе владельца объект вновь перешёл в нераспределённый фонд.

«Новые» месторождения. Свинцово-цинковые руды. Из семи свинцово-цинковых месторождений на начало 2023 г. в распределённом фонде находятся три (Нойон-Тологой, Павловское, Сардана). Кроме того, в распределённом фонде числится участок свинцово-цинковых руд золото-полиметаллического месторождения Ергожу. На них сосредоточены практически все балансовые запасы свинца и цинка «новых» месторождений этого типа руд – 2004,8 из 2164,9 тыс. т и 5363,4 из 5542,3 тыс. т (см. рисунки 2 и 3). Разрабатывается одно – Нойон-Тологой, при этом большая часть запасов учитывается Госбалансом в качестве подготавливаемых, 590 из 862,7 тыс. т свинца и 594,4 из 948,4 тыс. т цинка, что связано с последовательной обработкой различных участков месторождения. Подготавливаемым к освоению является Павловское месторождение, разведываемым – Сардана, а также участок свинцово-цинковых руд месторождения Ергожу. Особенностью месторождения Сардана является весьма длительный этап разведки, первоначально учтённые запасы свинца и цинка (592,2 и 1926,4 тыс. т) не изменились и, как было отмечено выше, оценены только по категории C_2 . Остаются переданными в освоение 4 малых месторождения, на Августовском и Фасольном запасы подсчитаны с преобладанием категории C_2 , на Ируновском и Сарафанном учтена только эта категория.

Полиметаллические руды. В Госбалансе свинца среди семи полиметаллических месторождений на начало 2023 г. в распределённом фонде находятся шесть (Талман, Чингильтуйское, Шивиинское, Майминовское, Галкинское, Восточно-Заречинский участок), в сумме на них учтены 737,5 из 821,5 тыс. металла (см. рисунки 2 и 3). В Госбалансе цинка дополнительно к ним также учитывается разведываемое Светкинское месторождение. Суммарные запасы этих семи объектов составляют 911 тыс. т цинка или 88,7% от всех учтённых.

Эксплуатируются два малых объекта – Майминовское и Восточно-Заречинский участок. В стадии подготовки находятся два месторождения: малое Галкинское и среднеразмерное Талман. Особенностью последнего объекта является его первоначальный учёт Госбалансом сразу в стадии подготавливаемого, что связано с планами недропользователя АО «ГК "Золотая гора"» приступить к его эксплуатации с 2023 г. В стадии разведки находятся Чингильтуйское, Шивиинское

и Светкинское (учёт только в Госбалансе цинка). В нераспределённом фонде длительное время числится малое месторождение Доватка с запасами свинца и цинка, оценёнными по категории C_2 .

Медноколчеданные руды. На начало 2023 г. из восьми месторождений с балансовыми запасами цинка 310,1 тыс. т в распределённом фонде состоят пять, в сумме на них числятся 280,9 тыс. т. Наиболее крупный объект – Вишневское. Почти все его запасы по степени освоения являются подготавливаемыми – 240,6 тыс. т цинка (см. рис. 3).

Остальные типы руд. Высокая ликвидность золота и серебра определяет привлекательность проведения ГРП на выявление этих месторождений. Все поставленные на баланс недропользователями свинецсодержащие и, кроме одного малого Уваряж (*прим. лицензия была аннулирована по истечении срока действия*), остальные цинко-содержащие месторождения (см. рисунки 2 и 3), где золото и (или) серебро являются основными компонентами, остаются в распределённом фонде недр.

Разрабатываемыми являются месторождения серебряных руд Перевальное, Вертикальное, Терем и золотоколчеданное Юлалы, подготавливаемое серебряное Прогноз, разведываемые золото-полиметаллические Мичуринское и Ергожу, серебряное Мангазейское.

Добыча свинца и цинка в первые годы рассматриваемого российского периода освоения сырьевой базы характеризуется спадом (рис. 4). Для свинца минимальное значение (16,4 тыс. т) отмечено в 1998 г., цинка (194,5 тыс. т) – в 1997 г. Основным фактором снижения стали негативные процессы, вызванные дезинтеграцией сформированного в советский период единого добывающего и металлургического комплекса, расположенного как на территории РСФСР (РФ), так и союзных республик. Последующая адаптация отечественных добывающих предприятий к новым условиям хозяйствования, совпавшая с улучшением внешнеэкономической конъюнктуры цен на цветные металлы, позволила недропользователям выйти на в целом положительную динамику добычи свинца и цинка. Несмотря на сокращение в отдельные годы, в 2022 г. добыча свинца по сравнению с 1993 г. увеличилась в 5,7 раз до 318,1 тыс. т, по цинку почти удвоилась, составив 505,1 тыс. т.

В структуре добычи для обоих металлов доли «новых» месторождений были низкими в 1993–2013 гг. и не превышали по свинцу 2% и по цинку

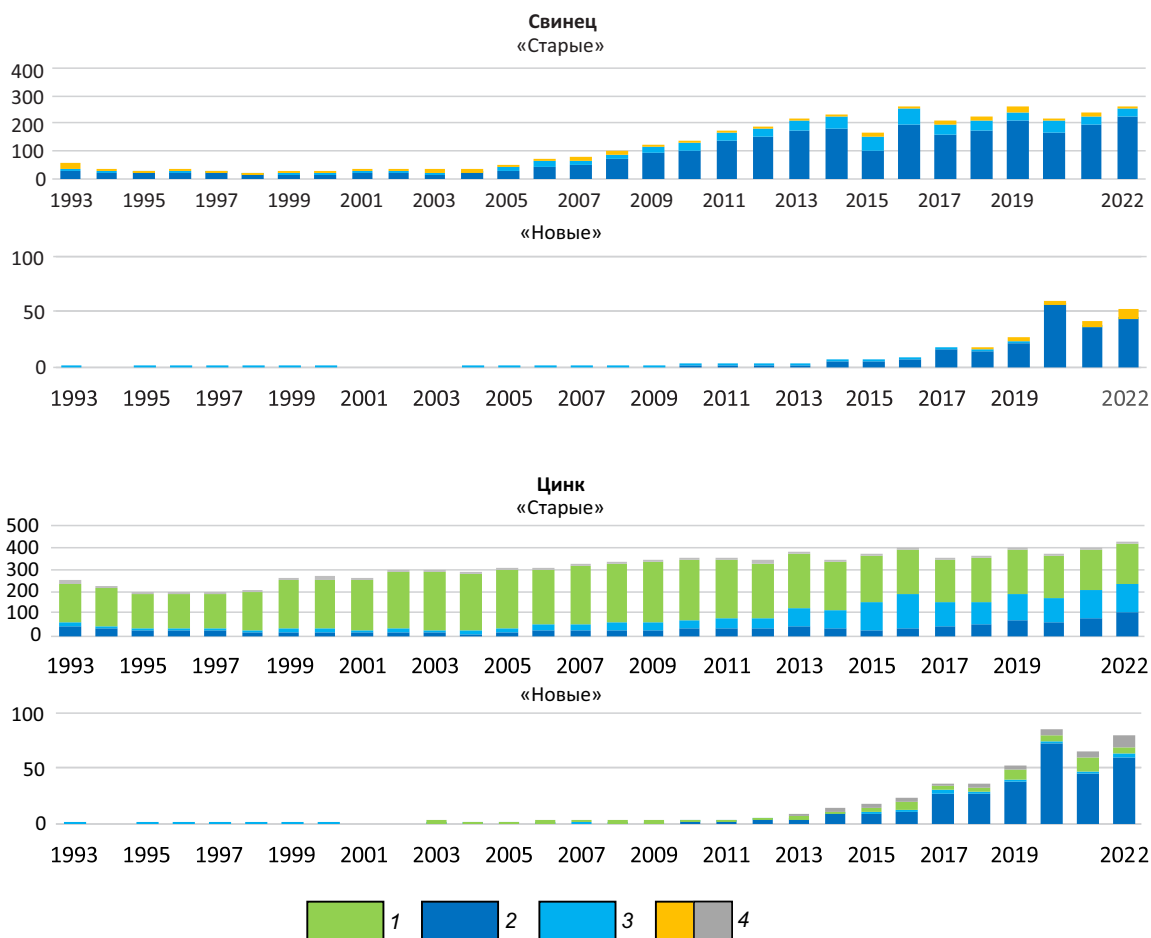


Рис. 4. Добыча свинца и цинка на «старых» и «новых» месторождениях и основные типы руд их обеспечившие, тыс. т:

типы руд: 1 – медноколчеданные, 2 – свинцово-цинковые, 3 – полиметаллические, 4 – прочие (для свинца и цинка имеют отличия)

3%. С 2014 г. начался их рост, который к 2022 г. соответственно достиг 16,7 и 14,4%.

Свинец. За исключением отдельных лет более половины добычи свинца на «старых» месторождениях обеспечивается эксплуатацией объектов свинцово-цинковых руд. В некоторые годы доля объектов этого типа руд превышала 80%, что главным образом было обусловлено разработкой Николаевского, а с 2001 г. Горевского месторождений, расположенных соответственно в Приморском и Красноярском краях (см. рис. 4). Колебания добычи на Горевском месторождении кратковременно влияли на усиление или ослабление доли месторождений других типов руд в общей добыче свинца.

Вторыми по значимости являются полиметаллические месторождения Приморского, Алтайского и Забайкальского краёв, Республики Тыва, суммарно их доля варьирует от 11,2 до 29,4%.

Месторождения, представленные остальными типами руд, в 1993–2007 гг. обеспечивали более 10% в общей добыче свинца, с 2008 г. их вклад составляет 3,5–9,8%. Это изменение вызвано наращиванием добычи на объектах основных промышленных типов руд (Горевское, Рубцовское, Кызыл-Таштыгское и др.).

В 1993–2000 и 2004–2009 гг. всю добычу из «новых» месторождений обеспечивало полиметаллическое Майминовское в Приморском крае. Приостановка добычи в 2001–2002 гг., а также

отсутствие свинца в добытой руде в 2003 г. на Майминовском месторождении соответствующим образом отразилось на доле «новых» месторождений в общей добыче свинца.

Начало эксплуатации в 2010 г. свинцово-цинкового месторождения Нойон-Тологой в Забайкальском крае вывело этот тип руд на ведущую позицию. Его доля в зависимости от года составляет 64,7–93,2%.

После начала отработки свинецсодержащего месторождения Вертикальное в 2014 г. в Республике Саха (Якутия) уже на следующий год вклад этого типа руд в добычу металла обеспечил ему устойчивое второе место.

В отношении добычи свинца также необходимо отметить следующее. Согласно данным Госдоклада «Состояние и использование минерально-сырьевых ресурсов...», в России последовательно в 2004 г. (металлургический цех в посёлке Рудная Пристань, АО «ГМК "Дальполиметалл"») и в 2005 г. (завод «АО "Электроцинк"») прекратили переработку свинцовых концентратов. Указанные предприятия сначала перешли на использование вторичного металла для производства свинца, а в последствии были закрыты: первое из-за износа оборудования, второе из-за произошедшего пожара. Планы по созданию новых производств в г. Бийске (переработка концентратов полиметаллических месторождений Алтайского края) и Сорске (передел концентратов Горевского месторождения) не были реализованы по экономическим и экологическим причинам. Остальные отечественные продуценты, специализирующиеся на выпуске металлического свинца из вторсырья (ООО «Экорусметалл» и др.), не проявляют интереса к созданию технологических линий по переделу свинцовых концентратов.

Основным фактором не востребоваемости продукции обогащения руд является развитие автомобильного рынка страны, внедрение и широкое распространение систем бесперебойного обеспечения электроэнергией в промышленной и бытовой сферах, которые позволили сформировать достаточный объём аккумуляторных батарей. Их импорт, прямой (батарей) и косвенный (в комплектации транспортных средств и в составе элементов оборудования), также способствует поддержанию этого объёма. Батарей по истечении срока службы поступают на переработку. При этом выпускаемый из вторичного сырья металлический свинец не только полностью покрывает

нужды отраслей промышленности, но и в виде излишков направляется на внешний рынок.

Возможное создание дополнительной технологической линии на предприятии АО «Челябинский цинковый завод», где осуществляется металлургический передел цинковых концентратов, а также на запланированном к запуску втором заводе ООО «Полимет Инжиниринг» в г. Верхний Уфалей, по примеру Усть-Каменогорского металлургического комплекса в Республике Казахстан [7], входившего в советский период в единую систему переработки руд, и на котором из концентратов цветных металлов выпускают металлические свинец, цинк, медь и драгоценные металлы, требует соответствующих инвестиций, применения передовых экологических технологий для минимизации воздействия на окружающую среду.

Согласно Стратегии развития металлургической промышленности РФ на период до 2030 г., утверждённой распоряжением Правительства РФ от 28 декабря 2022 г. № 4260-р, создание производства передела свинцовых концентратов не предусмотрено.

Дополнительным аспектом, снижающим возможное восстановление производственной цепочки выпуска свинца из руд, является начавшаяся и продолжающаяся в российский период разработка отдельных месторождений свинца и цинка, изначально ориентированных на экспортные поставки концентратов. Собственники этих месторождений имеют отлаженный сбыт продукции на внешний рынок и слабо заинтересованы в переработке не только свинцового, но и цинковых концентратов в России в силу различных причин.

Таким образом, осуществляемая эксплуатация месторождений свинца не влияет на обеспечение потребности экономики металлом. Наблюдается косвенный эффект в виде налоговых и неналоговых поступлений в фазе добычи, взимании экспортной пошлины при вывозе концентратов.

Отмеченные обстоятельства позволяют рассматривать хозяйственное освоение известных месторождений свинца, а также геологоразведочные работы по их выявлению, в зависимости от их промышленного типа, как источник получения отраслями экономики таких востребованных металлов, как цинк и медь, а производство свинцовых концентратов – «попутным» товарным продуктом, поставляемым на экспорт.

Цинк. Основным промышленным типом руд в добыче среди «старых» месторождений является

медноколчеданный (см. рис. 4). Однако значимость этого типа руд постепенно снижается, в 2021 г. его доля впервые стала менее половины и составила 46,1%.

Это обусловлено постепенной отработкой запасов медноколчеданных месторождений Урала (Учалинское, Молодежное и др.) при вовлечении в эксплуатацию свинцово-цинковых (Озерное и др.) и полиметаллических объектов (Степное, Корбалихинское и др.). Суммарная добыча на месторождениях последних двух типов руд обеспечивает им второе-третье место. Роль месторождений прочих типов руд в общей добыче цинка незначительная и в целом не превышает 3,7%.

На «новых» объектах в 1993–2000 гг. всю добычу обеспечивала разработка полиметаллического Майминовского месторождения. После двухлетнего перерыва его отработка в 2003 г. возобновилась, однако ввод в этом году Камаганского месторождения изменил основной тип руд в структуре добычи с полиметаллического на медноколчеданный.

С 2010 г. большую часть добычи на «новых» месторождениях обеспечивает эксплуатация свинцово-цинкового месторождения Нойон-Тологой. Отработка месторождений прочих типов руд, начавшись в 2013 г., постепенно возрастала, в 2022 г. она вышла на второе место по значимости от общей добычи на «новых» объектах, опередив полиметаллический и медноколчеданный типы руд. Главный фактор её роста – начало эксплуатации цинкосодержащих серебряных месторождений (Вертикальное и др.).

Прогноз развития сырьевой базы. В среднесрочной перспективе, исходя из согласованных проектов освоения месторождений свинца и цинка (Госдоклад «Состояние и использование минерально-сырьевых ресурсов...»), публичной отчетности компаний-недропользователей и экспертной оценке по введению в эксплуатацию изучаемых в настоящее время объектов, прогнозируется волнообразное наращивание добычи этих металлов в РФ с последующим спадом к 2040 г. по мере исчерпания запасов эксплуатируемых месторождений. В динамику роста добычи свинца и цинка на «старых» месторождениях основной вклад внесут свинцово-цинковое Озерное, полиметаллическое Таловское, по цинку дополнительным фактором станет Ново-Учалинское, которое по 2029 г. изменит отмеченную тенденцию спада добычи металла на месторождениях этого типа руд.

Начало эксплуатации свинцово-цинкового Павловского и полиметаллического Талман обуславливает рост добычи свинца и цинка на «новых» месторождениях.

Всего в прогнозируемый период 2023–2040 гг. ожидается погашение 7743,1 тыс. т балансовых запасов свинца и 20911,7 тыс. т цинка (рис. 5). Для их компенсации, согласно определённому Стратегией уровню воспроизводства для этих металлов в 100%, за 2023–2040 г. необходимо восполнить указанные значения погашения запасов. А с учётом отмеченной недостаточности прироста запасов показатели воспроизводства составят по свинцу 9919,6 тыс. т и по цинку 23674,9 тыс. т.

Исходя из анализа ретроспективы, уже стоящие на Госбалансе месторождения, как «старые», так и «новые», только отчасти могут решить поставленную задачу при их дальнейшей разведке, включая фланги и глубокие горизонты, и возможной переоценке ранее подсчитанных блоков.

Основным фактором воспроизводства сырьевой базы являются геологоразведочные работы, направленные на выявление «новых» месторождений свинца и цинка, при этом их интенсивность должна быть выше периода 1993–2022 гг. Заделом воспроизводства запасов свинца и цинка является выявленный ресурсный потенциал, однако он характеризуется рядом особенностей как по количеству учтённых объектов, на которых апробированы прогнозные ресурсы наиболее достоверных категорий P_1 и P_2 , так и по геолого-промышленным типам.

Для оценки количества подготовленных прогнозных ресурсов свинца и цинка нами они с использованием статистически-обоснованных коэффициентов (0,7 для категории P_1 и 0,42 для категории P_2) [1] пересчитаны в категорию условных запасов C_2 .

На начало 2023 г. Сборником прогнозных ресурсов твёрдых и твёрдых горючих (уголь) полезных ископаемых Российской Федерации (далее Сборник) [4] учтены 103 объекта, на которых апробированы ресурсы (АПР) свинца категорий P_1 или P_2 или сразу обеих категорий, для цинка таких объектов 153. По двум объектам в результате ГРП АПР перешли в запасы, рудопроявления Талман (Pb и Zn) и Новопетровское (Zn) (*прим. экспертно на основе данных протоколов ГКЗ от 2022 г. № 7249 и 2023 г. № 7420*), в связи с чем они исключены из дальнейшего расчёта.

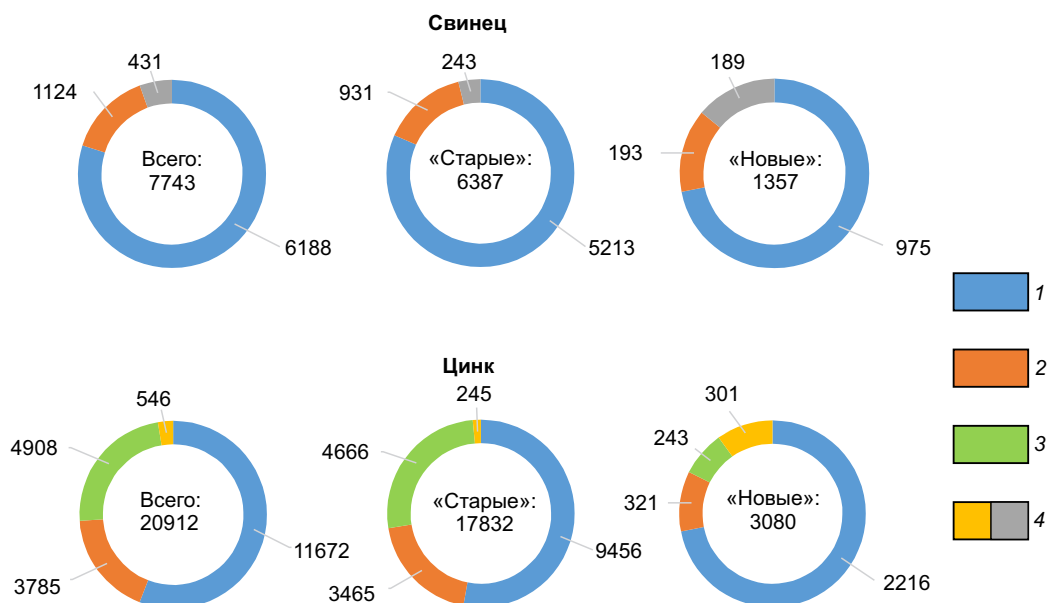


Рис. 5. Прогнозируемое погашение запасов свинца и цинка в 2023–2040 гг. с детализацией по вкладу «старых» и «новых» месторождений и их промышленным типам руд, тыс. т (округлено до целых):

типы руд: 1 – свинцово-цинковые, 2 – полиметаллические, 3 – медноколчеданные, 4 – прочие (для свинца и цинка имеют отличия)

В результате приведения остальных объектов к условным запасам категории C_2 с использованием статистически-обоснованных коэффициентов [1] оценено вероятное их суммарное значение для свинца в 7074,2 тыс. т и цинка 22271,3 тыс. т при условии успешного завершения геологоразведочных работ на каждом объекте. Как показал анализ [1], при переводе прогнозных ресурсов в вышестоящие категории и запасы (P_2 в P_1 , P_1 в C_2) вероятность такого завершения составляет 50%, что значительно снижает приведённое значение возможных полученных из прогнозных ресурсов запасов категории C_2 .

Для более детального анализа перспектив выявления промышленных объектов на рудопроявлениях с апробированными прогнозными ресурсами учтены их геолого-промышленные типы.

В соответствии с данными документов апробации 103 ресурсных объекта свинца экспертно объединены в три типа, представленные ниже, для каждого в порядке снижения приведены значения ресурсного потенциала в условных запасах категории C_2 :

- *Свинцово-цинковый тип.* В эту группу входят 44 свинцово-цинковых объекта, подразделяе-

мые на стратиформные, жильные, со скарнами, а также 2 колчеданно-полиметаллических объекта Горевского рудного узла – в Госбалансе одноимённое месторождение является свинцово-цинковым. Суммарный ресурсный потенциал этих сорока шести объектов составляет 3487 тыс. т свинца.

- *Полиметаллический тип* включает 40 объектов с общим ресурсным потенциалом в 2525,1 тыс. т свинца следующих типов: колчеданно-полиметаллический, медно-свинцово-цинковый стратиформный, полиметаллический и полиметаллический с серебром. По промышленному типу эта группа объектов соответствует полиметаллическим месторождениям.

- *Золото-серебро-полиметаллический тип* представлен серебро-полиметаллическими, золото-серебро-полиметаллическими, золото-серебряными и золото-кварц-сульфидными объектами, всего 17, которые суммарно содержат 1062,1 тыс. т свинца.

Поскольку воспроизводство сырьевой базы свинца, как показал анализ, определяется главным образом постановкой в результате ГРП на государственной учёт крупных и средних месторождений,

то из 103 объектов по количеству учтённых на них прогнозных ресурсов этого металла только 26 можно отнести к значимым. Из-за неоднородности индивидуальных значений 26 объектов распределены по четырём количественным группам (в тыс. т): 84–119, 140–177, 215–295, 378–588; а их суммарные условные запасы свинца категории C_2 составляют 5105,3 тыс. т (рис. 6).

Распределение значений по геолого-промышленным типам (см. рис. 6) дополнительно показывает, что основной вклад в прирост запасов свинца (доразведка известных месторождений, выявление «новых») могут обеспечить свинцово-цинковые и полиметаллические объекты, у которых основная часть ресурсного потенциала в условных запасах категории C_2 , 2187,5 (62,7 %) и 1658,2 тыс. т

(65,7 %), сосредоточены в группах 140–177, 215–295 (только полиметаллические), 378–588 тыс. т.

Для 153 объектов с АПР цинка, помимо свинцово-цинкового, полиметаллического и золото-серебро-полиметаллического типов, также выделен медноколчеданный, который является третьим по значимости ресурсного потенциала в условных запасах категории C_2 .

В его состав входят 46 объектов следующих типов: медноколчеданные, медно-цинково-колчеданные и медно-цинково-колчеданные золотосодержащие; их суммарный ресурсный потенциал составляет 5346,4 тыс. т цинка.

В отличие от свинца, в цинке ведущее положение занимают 47 объектов полиметаллического типа (9172,2 тыс. т), далее следуют 48 свинцово-

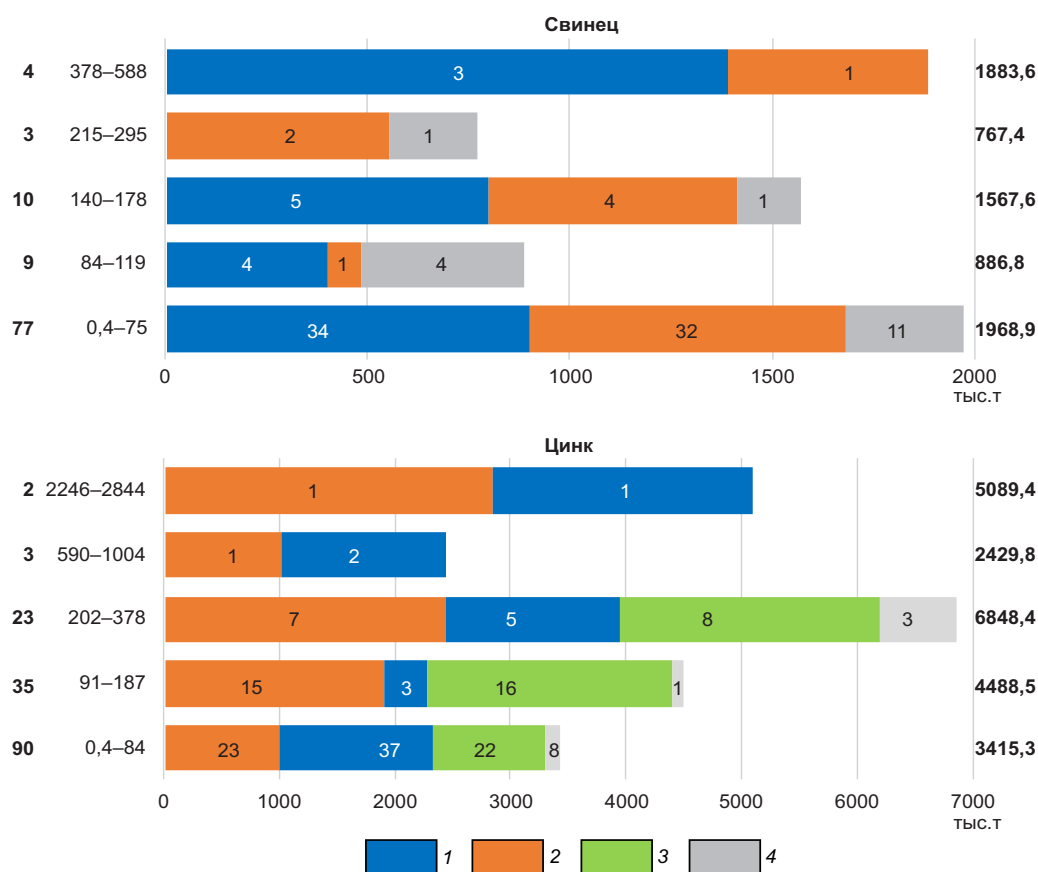


Рис. 6. Распределение прогнозных ресурсов свинца и цинка в условных запасах кат. C_2 по типам руд, количеству объектов учёта и их крупности, тыс. т:

значения слева – всего объектов в каждой группе, справа – всего ресурсов в условных запасах кат. C_2 (тыс. т); типы руд: 1 – свинцово-цинковые, 2 – полиметаллические, 3 – медноколчеданные, 4 – золото-серебро-полиметаллические

цинковых объектов (6870,8 тыс. т), после – 46 медноколчеданных (5346,4 тыс. т), замыкают ряд 12 объектов золото-серебро-полиметаллического типа (882 тыс. т).

Количество значимых объектов с АПР цинка – 63, они распределены между четырьмя группами (тыс. т): 91–187, 202–378, 590–1004, 2246–2844.

Распределение ресурсного потенциал цинка по геолого-промышленным типам (см. рис. 6) также показывает, что основной вклад в прирост запасов (доразведка известных месторождений, выявление «новых») могут обеспечить полиметаллические и свинцово-цинковые объекты, у которых основная часть этого ресурсного потенциала в условных запасах категории C_2 , 6275,6 (68,4 %) и 5176,6 тыс. т (75,3 %), сосредоточены в группах 202–378, 590–1004, 2246–2844 тыс. т.

У медноколчеданного типа потенциал наращивания запасов цинка ниже из-за концентрации основного количества условных запасов категории C_2 (4374,8 тыс. т.) в двух группах 91–187 и 202–378 тыс. т, что лишь отчасти может укрепить сырьевую базу близлежащих разрабатываемых или подготавливаемых к отработке медноколчеданных месторождений.

Таким образом, имеющийся ресурсный потенциал в целом ограничен для воспроизводства балансовых запасов свинца и цинка. Для его восполнения значимыми объектами категорий P_1 и P_2 требуется усиление работ ранних стадий за счёт

средств федерального бюджета на перспективных площадях с прогнозными ресурсами категории P_3 .

Важным направлением является проведение прогнозно-минерагенических работ в пределах слабоизученных территорий, направленных на локализацию площадей, перспективных для постановки поисковых работ на выявление объектов свинцово-цинковых, полиметаллических и медноколчеданных руд.

Резюме. Отечественная минерально-сырьевая база свинца и цинка значительна, большая часть месторождений с балансовыми запасами передана в недропользование. В 1993–2022 гг. вследствие высокой результативности геологоразведочных работ поставлены на государственный учёт 22 «новых» месторождения с балансовыми запасами свинца и 36 цинка. Основной вклад в воспроизводство балансовых запасов обеспечили «новые» месторождения свинцово-цинкового и полиметаллического типов. Прогнозируемый в 2023–2040 гг. объём добычи уменьшит известные запасы сырьевой базы свинца и цинка. Имеющийся ресурсный потенциал только частично может восполнить прогнозируемое при добыче погашение запасов. Для эффективного наращивания сырьевой базы свинца и цинка необходимо усиление работ ранних стадий (прогнозно-минерагенических), направленных на выделение перспективных площадей для проведения поисковых работ и выявления перспективных объектов с прогнозными ресурсами высоких категорий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Иванов А. И., Черных А. И., Вартанян С. С. Состояние, перспективы развития и освоения минерально-сырьевой базы золота в Российской Федерации // Отечественная геология. – 2018. – № 1. – С. 18–28.
2. Методические рекомендации по применению Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых. Свинцовые и цинковые руды. – 2007. – 42 с.
3. Постановление Правительства Российской Федерации от 1 марта 2023 г. № 355 «О государственной экспертизе запасов полезных ископаемых и подземных вод, геологической информации о предоставляемых в пользование участках недр, об определении размера и порядка взимания платы за ее проведение».
4. Прогнозные ресурсы твердых и твердых горючих (уголь) полезных ископаемых Российской Федерации на 1 января 2023 года : Сборник. – Выпуск 1 «Черные, цветные, редкие металлы и уран». – М. : ФГБУ «Росгеолфонд», 2023. – 282 с.
5. Государственный баланс запасов полезных ископаемых Российской Федерации (Свинец, Цинк) [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.rfgf.ru/bal/> (дата обращения 25.10.2023)
6. Государственный кадастр месторождений. Объект учета Саурейское [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.rfgf.ru/gkm/itemview.php?id=1146> (дата обращения 20.02.2024)
7. Усть-Каменогорский металлургический комплекс [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.kaz>

- zinc.com/rus/o-proizvodstve/predpriyatiya/ust-kamenogorskij-metallurgicheskij-kompleks (дата обращения 15.01.2024)
8. *Anuario Minero 2022*. Ministerio de Energía y Minas [Электронный ресурс]. – URL: www.gob.pe/minem (дата обращения 05.08.2023)
 9. *Australia's Identified Mineral Resources 2022*. Geoscience Australia, Canberra [Электронный ресурс]. – URL: <https://dx.doi.org/10.26186/147673>. (дата обращения 15.04.2023)
 10. *China Mineral Resources 2022*. Ministry of Natural Resources, PRC [Электронный ресурс]. – URL: http://www.chinaminingtj.org/images/document/2022/CM_Resources2022_en.pdf (дата обращения 09.04.2024)
 11. *Mineral Commodity Summaries 2023* [Электронный ресурс]. – URL: <https://pubs.usgs.gov/periodicals/mcs2023/mcs2023.pdf> (дата обращения 01.03.2023)
 12. *Press Releases – International Lead and Zinc Study Group* [Электронный ресурс]. – URL: www.ilzsg.org (дата обращения 02.03.2023)
 13. *Trade Map*. Trade statistics for international business development [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.trademap.org/Index.aspx> (дата обращения 11.08.2023)

REFERENCES

1. *Ivanov A. I., Chernykh A. I., Vartanyan S. S.* Sostoyaniye, perspektivy razvitiya i osvoyeniya mineral'no-syr'yevoy bazy zolota v Rossiyskoy Federatsii [Status, prospects for the development and development of the mineral resource base of gold in the Russian Federation]. *Otechestvennaya geologiya* [Domestic geology], 2018, No. 1, pp. 18–28. (In Russ.)
2. *Metodicheskiye rekomendatsii po primeneniyu Klassifikatsii zapasov mestorozhdeniy i prognoznykh resursov tverdykh poleznykh iskopayemykh. Svintsovyeye i tsinkovyeye rudy* [Methodological recommendations for the application of the Classification of deposit reserves and predicted resources of solid minerals. Lead and zinc ores], 2007, 42 p. (In Russ.)
3. *Postanovleniye Pravitel'stva Rossiyskoy Federatsii ot 1 marta 2023 g. No. 355 «O gosudarstvennoy ekspertize zapasov poleznykh iskopayemykh i podzemnykh vod, geologicheskoy informatsii o predostavlyayemykh v pol'zovaniye uchastkakh nedr, ob opredelenii razmera i poryadka vzimaniya platy za yeye provedeniye»* [Decree of the Government of the Russian Federation of March 1, 2023 No. 355 “On the state examination of mineral reserves and groundwater, geological information on subsoil areas provided for use, on determining the amount and procedure for collecting fees for its implementation”]. (In Russ.)
4. *Prognoznnyye resursy tverdykh i tverdykh goryuchikh (ugol') poleznykh iskopayemykh Rossiyskoy Federatsii na 1 yanvarya 2023 goda : Sbornik* [Forecast resources of solid and solid combustible (coal) minerals of the Russian Federation as of January 1, 2023: Col-
lection], Issue 1 “Ferrous, non-ferrous, rare metals and uranium”, Moscow, FGBU Rosgeolfond publ., 2023. – 282 s. (In Russ.)
5. *Gosudarstvennyy balans zapasov poleznykh iskopayemykh Rossiyskoy Federatsii (Svinets, Tsink)* [State balance of mineral reserves of the Russian Federation (Lead, Zinc)], available at: <https://www.rfgf.ru/bal/25.10.2023>
6. *Gosudarstvennyy kadastr mestorozhdeniy. Ob»yekt ucheta Saureyskoye* [State cadastre of deposits. Accounting object Saureyskoye], available at: <https://www.rfgf.ru/gkm/itemview.php?id=1146> (20.02.2024)
7. *Ust'-Kamenogorskiy metallurgicheskij kompleks* [Ust-Kamenogorsk metallurgical complex], available at: <https://www.kazzinc.com/rus/o-proizvodstve/predpriyatiya/ust-kamenogorskij-metallurgicheskij-kompleks> (15.01.2024)
8. *Anuario Minero 2022*. Ministerio de Energía y Minas, available at: www.gob.pe/minem (05.08.2023)
9. *Australia's Identified Mineral Resources 2022*. Geoscience Australia, Canberra, available at: <https://dx.doi.org/10.26186/147673>. (15.04.2023)
10. *China Mineral Resources 2022*. Ministry of Natural Resources, PRC, available at: http://www.chinaminingtj.org/images/document/2022/CM_Resources2022_en.pdf (09.04.2024)
11. *Mineral Commodity Summaries 2023*, available at: <https://pubs.usgs.gov/periodicals/mcs2023/mcs2023.pdf> (01.03.2023)
12. *Press Releases – International Lead and Zinc Study Group*, available at: www.ilzsg.org (02.03.2023)
13. *Trade Map*. Trade statistics for international business development, available at: <https://www.trademap.org/Index.aspx> (11.08.2023)

Статья поступила в редакцию 03.04.24; одобрена после рецензирования 27.04.24; принята к публикации 27.04.24.
The article was submitted 03.04.24; approved after reviewing 27.04.24; accepted for publication 27.04.24.