

## ЛИТЕРАТУРА

1. Жданова Е.Ю., Рудаков В.П. О роли геодвижений волновой структуры в подготовке вулканических извержений (на примере северной группы вулканов Камчатки) // Докл. РАН. 1993. Т. 329. № 1. С. 24–26.
2. Кропоткин П.Н., Люстих А.Е. Сезонная периодичность землетрясений и принцип Ньютона-Махе // Докл. АН СССР. 1974. Т. 217. № 5. С. 1061–1064.
3. Маракуше в А.А. Происхождение Земли и природа ее эндогенной активности. М.: Наука, 1999. 255 с.
4. Нефтегазоносность и глобальная тектоника. Сб. статей, пер. с англ. / Под ред. С.П. Максимова. М.: Недра, 1978. 237 с.
5. Рудаков В.П. Геодинамические предпосылки Нефтегорского землетрясения 27 мая 1995 г // Докл. РАН. 1995. Т. 345. № 6. С. 819–822.
6. Рудаков В.П. О роли геодвижений волновой структуры в активизации геодинамических процессов в асейсмичных регионах (на примере геодинамических явлений Русской платформы) // Докл. РАН. 1993. Т. 332. № 4. С. 509–511.
7. Рудаков В.П. О роли геодвижений волновой структуры в подготовке сильных землетрясений (на примере Кавказа) // Докл. РАН. 1992. Т. 322. № 5. С. 875–878.
8. Рудаков В.П., Кащеев О.Л., Цыплаков В.В. (мл.). Глобальные факторы в процессах формирования динамики эманационных полей сейсмоактивных регионов // Вулканология и сейсмология. 2003. № 4. С. 1–5.
9. Страхов В.Н. К новой парадигме сейсмологии // Природа. 1989. № 12. С. 4–9.
10. Сывороткин В.Л. Глубинная дегазация Земли и глобальные катастрофы. М.: ООО «Геоинформцентр», 2002. 255 с.

Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН  
Рецензент — В.П. Пименов

УДК 553.041: 553.81

*А.Б. БРАГИН, С.В. КОМАЩЕНКО*

### НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ РАЗВЕДКИ И ОЦЕНКИ РОССЫПНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ АЛМАЗОВ р. ОРАНЖЕВАЯ В НАМИБИИ

В мире насчитывается более 3 тыс. месторождений алмазов. Их добыча за последние годы достигла  $\approx 130$  млн. кар. в год, а разведанные и выявленные ресурсы составляют более 5 млрд. кар. При этом около 60 % ресурсов алмазов сосредоточено в Африке, более 15 % — в Америке, около 10 % — в Австралии и только 2 % — в Азии [1, 2]. Следует отметить, что основные ресурсы алмазов расположены на территориях всего восьми государств: Намибия (20 %), Ангола (16 %), Канада (14 %), Россия (8 %), Ботсвана (12 %), Австралия (10 %), Конго (6 %) и ЮАР (4 %). В приведенных цифрах отражено изменение в распределении ресурсов алмазов за последнее десятилетие. В последние годы выявлены запасы промышленной значимости огромной морской россыпной провинции на Атлантическом побережье Намибии, запасы которой составляют  $\approx 3$  млрд. кар. [2, 3].

В Намибии в основном разрабатываются коренные месторождения алмазов, которые составляют 84,5 % запасов, остальные запасы приходятся на россыпи. При этом качество алмазов в россыпях значительно более высокое, кроме того, они крупные, а себестоимость их разработки значительно ниже.

Следует отметить, что р. Оранжевая — одна из крупнейших транзитных артерий Южной Африки, доставившая за 35–40 млн. лет (со среднего эоцена) большое количество алмазов из кимберлитовых провинций (Трансвааль, Кимберли и др.) к западному побережью Южной Африки. Значительная часть алмазов была отложена рекой в ее террасах.

Алмазы Намибии были открыты в прибрежной части страны еще в 19 в., и с тех пор их добыча стремительно развивается. Проведенные исследования, направленные на выявление алмазных ресурсов страны, позволили определить большой потенциал запасов высококачественных алмазов. В настоящее время ведется успешная добыча алмазов в прибрежных районах Намибии. Восточнее границы террасы северного берега р. Оранжевой слабо изучены, за исключением района Zorelei, где в 1980-х гг. южно-африканскими компаниями проводились разведочные работы и добыча алмазов. В 1990 г. с провозглашением независимости Республики Намибия все работы по раз-

ведке и добыче алмазов иностранными компаниями на правом берегу р. Оранжевая были прекращены.

Месторождения алмазов в нижнем течении р. Оранжевой связаны с гравийно-галечными террасовыми отложениями. Отложения имеют различную крупность материала. Поскольку они формировались в условиях высокой гидродинамики, то преобладают галечники.

Этот район по заключению геологов является весьма перспективным для обнаружения промышленных месторождений алмазов.

Почти 96–98 % алмазов, добываемых на разведанных россыпных месторождениях р. Оранжевая, относятся к камням ювелирного качества и всего лишь 2–4 % классифицируются как технические алмазы.

Примерно 60 % алмазов — кристаллы октаэдрического и ромбододекаэдрического габитусов.

Добываемые алмазы обычно бесцветные или слегка окрашенные. Небольшой процент алмазов характеризуется желтоватым и коричневатым оттенками, но встречаются камни, имеющие зеленоватый цвет, который при огранке в основном сохраняется.

Вес большинства добываемых алмазов находится в пределах 0,85–1,5 кар., но нередко встречаются алмазы весом 3–7 кар. и более.

Сортировка алмазов осуществляется по размеру и форме, причем число сколов, грязных или матовых поверхностей на камнях относительно невелико. Стоимость камней ювелирных характеристик колеблется в пределах 650–1000 \$ USD за кар. Стоимость особо крупных ювелирных алмазов достигает 2000 \$ USD за кар. и более (цены приведены на конец 90-х гг. XX в. без учета динамики рынка и колебания курса доллара США).

По мере приближения к коренным источникам вверх по течению реки размер и количество алмазов будут возрастать, поэтому при разработке россыпных месторождений в пределах концессии, находящейся вблизи кимберлитового поля, вероятность рентабельной добычи обоснована и достаточно высока.

Многочисленные кимберлитовые трубки сформировались в течение докембрийского и мелового периодов во внутренних

областях Южно-Африканского кратона, большая часть которого дренируется речными бассейнами. Трубки — первоисточники этих драгоценных камней, а некоторые осадочные отложения, например, тиллиты формации Двукка, песчаники группы Nama и другие, служили промежуточными коллекторами.

Речные террасы р. Оранжевой в данном случае также были промежуточными коллекторами на путях транзита драгоценных камней к океаническому побережью. Причем по мере углубления эрозионного вреза шло перетолжение более древних аллювиальных образований в более молодые, сопровождавшееся накоплением минералов тяжелой фракции (пирропа, эпидота, ильменита, рибекита, магнетита и др.), в том числе и алмаза.

Алмазосодержащие отложения начали поставляться в р. Оранжевую, по-видимому, с раннетретичного времени, что подтверждается их обнаружением в террасовых отложениях различных возрастов от эоценового до современного.

Стратиграфия, структура и морфология пород, образующих основание (плотик), на котором сформировались аллювиальные гравийно-галечные отложения, оказывают существенное влияние на содержание алмазов в отдельных месторождениях. Геологическое строение основания влияет на положение русла реки, морфологию днища, распределение различных фаций аллювия и литологические особенности отложений.

По фактическим данным добычи алмазов в гравийных отложениях р. Оранжевой, зарегистрированы находки уникальных камней весом 107, 65, 61, 33, 22 кар.

Две обширные категории россыпных месторождений алмазов флювиального генезиса представлены на северном берегу р. Оранжевой. Высокие террасы, расположенные на отметках более 40 м над современным урезом реки, известны как террасы прото-Оранжевой реки. Доказано, что ее алмазоносные отложения содержат достаточные для рентабельной разработки количества полезного компонента, тогда как террасы мезо-Оранжевой реки представляют экономический интерес только на отдельных участках [5].

Содержания алмазов в отложениях прото-Оранжевой реки варьирует между 3—6 кар./100 т, а их средние размеры ранжируются в пределах 1—2 кар./камень. В крупных хорошо развитых «ловушках», как заполненные гравием, содержания алмазов местами могут увеличиваться в 5 раз, а средние размеры камней на 100 % [17].

Наибольшие содержания алмазов ассоциируются с базальтовым гравием террас прото-Оранжевой реки. Высокое качество алмазов (>95 % ювелирные), обеспеченное многочисленными перетолжениями в промежуточные коллекторы в ходе миграции из внутриконтинентальных кратонных областей к океаническому побережью, в сочетании с относительно крупным средним размером драгоценных камней придают этим аллювиальным месторождениям экономическую привлекательность. Объемы алмазоносных отложений обычно небольшие. В основном они содержат запасы менее 0,5 млн. кар., причем

средний размер алмазов уменьшается вниз по течению. Песчано-гравийная и лессовидная вскрышная порода, местами мощностью до 30 м, обычно перекрывает алмазоносный гравий [5].

Следует отметить, что добыча относительно крупных и высококачественных драгоценных камней из мелких россыпных месторождений флювиального генезиса на северном берегу р. Оранжевой будет вестись различными малыми компаниями и в первой половине XXI в., поскольку эти россыпи пока единственные в Намибии источники таких камней.

Террасовые гравийно-галечные отложения хотя и содержат алмазы, но преимущественно непромышленных концентраций. Значительные содержания этих драгоценных камней, представляющие интерес для их разработки, находятся главным образом в пределах естественных ловушек в плотике и речном русле.

Проходку траншей производят экскаватором фирмы «Bell» ковшем объемом 0,75 м<sup>3</sup> для рыхления сцементированных гравийно-галечных отложений. Опробование траншей проводилось посекционно. Для этого траншеи в длину разбивались на 10-метровые отрезки, а в стенке — на горизонты по естественным границам слоев или (редко) на условные горизонты. Объем каждой секции опробования в целике составлял: 10х7,5х1,5 м = 112,5 м<sup>3</sup>, в последствии они подвергались сепарации и обогащению.

Сепарация и отбор кристаллов проводились визуально на сортировочном столе из каждой фракции. Для контроля качества обогащения применялось шлиховое опробование хвостов пэна на наличие минералов тяжелой фракции и ежедневное тестирование трассерами. Производительность 8-футового пэна составила 65 м<sup>3</sup> в рабочую смену. При этом отмечалось, что увеличение объемов промываемого материала приводит к потере минералов тяжелой фракции и соответственно алмазов.

Опыт работы на россыпных месторождениях алмазов северного берега р. Оранжевой позволил сделать следующие выводы:

1. Для сокращения объема горных работ следует геофизическими методами исследовать рельеф плотика и обрабатывать преимущественно участки перспективные с точки зрения концентрации минералов тяжелой фракции.

2. Концентрация тяжелой фракции по срезу аллювия неравномерна. В основном тяжелые минералы расположены в приплотиковой зоне (1,5 м от плотика). Отмечены единичные находки алмазов в верхних горизонтах аллювия, при наличии прослоек глинистых отложений и зон цементации.

3. Для обогащения аллювия целесообразно использовать любые обогатительные установки производительностью от 50 м<sup>3</sup> до 100 м<sup>3</sup> в смену, включающие пэн для обогащения в тяжелой жидкости и различные сепараторы для гранулометрического разделения концентрата. На заключительной стадии рекомендуется использование рентгенолюминисцентной лампы.

4. В морфологическом отношении, примерно 60 % алмазов являются кристаллами октаэдрического и ромбододекаэдрического типов, т. е. наиболее правильных и совершенных форм.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Ваганов В.И. Алмазные месторождения России и мира (Основы прогнозирования) М.: ЗАО «Геоинформмарк», 2000. 371 с.
2. Кириллин А.Д., Кириллин О.А., Кириллин Г.А. Мировой алмазный рынок. М.: ОГИ, 1999. 400 с.
3. Мировая добыча алмазов: Цифры, факты, события / Под ред. О.П. Вечериной и др. М.: Издательская фирма «Восточная литература» РАН, 2000. 270 с.
4. Харьки в А.Д., Зинчук Н.Н., Крючков А.И. Коренные месторождения алмазов мира. М.: Недра, 1998. 555 с.
5. De Wit M.C.J., Ward J.D., Jacob J.R. Diamond-bearing deposits of the Vaal-Orange River System // Field Excursion Guide book, 6 Intern. Conf. On Fluvial Sedimentology. Univ. of Cape Town. September, 1997. Т. 2. Cape-Town, 1997. P. 1—61.

Angre investments limited, Республика Намибия  
Рецензент — Е.А. Козловский