

Глава 7. ОБОЛОНСКИЙ КРАТЕР КАК ПОТЕНЦИАЛЬНАЯ НЕФТЕГАЗОНОСНАЯ ИМПАКТНАЯ СТРУКТУРА

Оболонская импактная структура расположена в краевой северо-восточной части Украинского щита в области погружения его поверхности в Днепровско-Донецкую впадину. По аналогии с нефтегазоносными импактными структурами бассейнов Анадарко и Уиллистон в Северной Америке, именно положение кратера в нефтегазоносном регионе позволяет рассматривать его как вероятную нефтегазоносную структуру.

Впервые соответствующая Оболонскому кратеру впадина в поверхности кристаллических пород фундамента диаметром около 17 км была установлена в 1947 г. М. В. Чирвинской на основании электроразведочных работ. В 1954 году на основании гравитационных исследований параметры впадины были подтверждены С. Я. Шерешевской (Вальтер, Рябенко, 1977). На основании сходства геофизических полей этой структуры с геофизическими особенностями Болтышской депрессии с промышленными залежами горючих сланцев, с целью их поисков в Оболонской структуре В. И. Ванденко были пробурены две глубокие скважины. Под толщей осадочных пород, разрез которых характерен для всего данного региона, были вскрыты брекчии кристаллических и осадочных пород и туфоподобные породы, на основании чего структура была охарактеризована как продукт вулканической и тектонической активности (Чирвинская и др., 1968). Диагностика Болтышской впадины как импактной структуры позволила предполагать и для Оболонской структуры ее импактное происхождение (Масайтис, 1975; Юрк и др., 1975). В связи с этим В. Л. Масайтисом и соавторами (1976) и А. А. Вальтером и соавторами (1977) было проведено изучение керна скважин, в породах которого были установлены признаки ударного метаморфизма и, тем самым, доказано ударное происхождение Оболонской структуры.

Оболонская импактная структура расположена на левобережье Днепра на водоразделе рек Сулы и Хорола вблизи от Кременчугского водохранилища. Координаты центра кратера: 49°35' с. ш. и 32°56' в. д. Название структура получила по имени села Оболонь, расположенного на территории кратера. Район характеризуется равнинным слабо расчлененным рельефом. В связи с тем, что кратер погребен под мощной толщей мезокайнозойских отложений, он не выражен в морфологии поверхности, и структура не дешифрируется на космических и аэрофотоснимках.

Согласно параметрам отрицательной гравитационной аномалии, полученным В. М. Пелюшенко, В. А. Гальченко и другими исследователями, размеры Оболонской структуры составляют около 19—20 км в широтном направлении и 16—17 км в меридиональном, в связи с чем ее диаметр по валу может быть принят равным около 18 км. В центральной части структуры установлено слабое повышение значений гравитационного поля диаметром около 4 км, соответствующее центральному поднятию кратера. Необходимо отметить, что в земных импактных структурах диаметром от 3—5 км до 30 км и выше обязательным элементом строения их истинного дна является центральное поднятие или центральная горка, представляющая собой структурное поднятие пород основания (Гуров, Гурова, 1991; Мелош, 1994; French, 1998; Grieve and Robertson, 1979). Наиболее низкие значения гравитационного поля аномалии образуют кольцеобразную зону диаметром около 10 км вокруг центрального поднятия, соответствующую кольцевому трогу структуры с максимальной мощностью разуплотненных пород в виде аллогенных брекчий. Кратер окружен кольцеобразной системой положительных аномалий, фиксирующих структурное поднятие плотных пород основания на его валу.

Оболонская импактная структура перекрыта мощной толщей мезокайнозойских отложений. По условиям залегания подошвы осадочной толщи перекрывающего комплекса, установленным по положению горизонта брекчий выбросов вокруг кратера, определены глубина залегания доударной поверхности и мощность осадочных пород чехла на поверхности кристаллического фундамента до образования импактной структуры. По данным

А. С. Войновского и Л. П. Шаган, в скважине 36/3, расположенной в 9,6 км к юго-востоку от центра кратера вблизи от внешнего подножья его вала, поверхность кристаллических пород залегает на глубине 438 м, и глубина доударной поверхности составляет 300 м. В скважине 663, расположенной в 21 км к востоку — северо-востоку от центра структуры, поверхность кристаллического фундамента погружена на 1135 м, а доударная поверхность залегает на глубине 470 м. По полученным данным, глубина поверхности фундамента в этом районе увеличивается от 430—450 м у юго-западного края структуры до 800—850 м у северо-восточного края. Минимальная мощность пород осадочного чехла к моменту удара составляла 150 м на юго-западе и увеличивалась до нескольких сотен метров вблизи от северного — северо-восточного края структуры.

Внутреннее строение импактной структуры (рис. 2.28, а) изучено по керну двух скважин, пробуренных под руководством В. И. Ванденко к западу и северо-западу от ее центра.

Скважина 5302 пробурена на расстоянии около 4 км к западу от центра структуры в пределах кольцевого трога с максимальной мощностью брекчий и зювитов (рис. 2.28, а, б). В интервале от забоя на 1033 м до глубины 964 м скважина вскрыла толщу аллогенных литических брекчий и зювитов. Нижнюю часть разреза слагают обломочные и глыбовые брекчии с мало-мощными прослоями зювитов в интервалах 1004—1005, 1017 и 1028 м, в составе которых содержание стекол плавления колеблется от 5 до 15%. Обломочный материал представлен глыбами и обломками гнейсов, гранитогнейсов и гранитов при подчиненном развитии кристаллических сланцев и мелких обломков осадочных пород. Породы и минералы в брекчиях содержат многочисленные признаки ударного метаморфизма. Петрографический состав пород мишени кратера определен по относительному содержанию обломков различных типов пород в брекчиях и зювитах, причем при подсчете учитывались обломки диаметром от 1 см и более. По этим данным, состав пород кристаллического основания в мишени кратера составляет (объемные проценты): гнейсы, гранитогнейсы гранат-биотитовые и биотитовые — 65,3, граниты, гнейсограниты биотитовые — 13,6, граниты лейкократовые и пегматоидные — 14,1, кристаллические сланцы — 7,1%. Кроме того, в составе брекчии наблюдаются единичные обломки осадочных пород, в том числе сланцев и известняков. Таким образом, преобладающими по составу породами мишени являются гранат-биотитовые гнейсы и гранитогнейсы. Преимущество распространение крупнообломочных и глыбовых брекчий в нижней части разреза скважины может служить свидетельством близости этих пород к контакту с подстилающими аутигенными брекчиями основания кратера. Зювитовые брекчии с содержанием частиц стекол плавления до 15—20% залегают в интервале от 964 до 975 м, завершая разрез собственно импактных пород в кратере. В составе зювитов преобладают обломки кристаллических пород мишени, причем их относительный состав не отличается от состава обломочного материала из нижележащих брекчий. Стекла плавления наблюдаются в виде обломков неправильной формы размером от миллиметров до 2—3 см. Наиболее крупный обломок девитрифицированного стекла с включениями пород и минералов находится на глубине 965 м.

На поверхности аллогенных брекчий и зювитов в интервале 964—746 м залегает весьма своеобразная толща осадочных пород, представленных песчанистыми брекчиями с отдельными горизонтами обломочного материала. Эта толща интерпретируется как продукт отложения возвращенной волны цунами. Нижнюю часть ее разреза в интервале от 964 до 908 метров слагает горизонт разнозернистых песчаников с примесью обломков кристаллических и обломочных пород. Непосредственно на поверхности зювитов в интервале от 964 до 948 м вскрыты слабо сцементированные пески и песчаники с включениями обломков кристаллических пород и импактных брекчий, которые обильны на 955 м. Псаммитовая фракция представлена неокатанными зернами кварца, полевых шпатов, изредка биотита и граната. В редких зернах кварца наблюдаются системы планарных элементов. Цемент песчаников глинистый, алевроито-пелитовый и карбонатный.

Вверх по разрезу толщи песчаников в них увеличивается количество окатанных и полукатанных зерен кварца и полевых шпатов. Кроме этих минералов, постоянно присут-

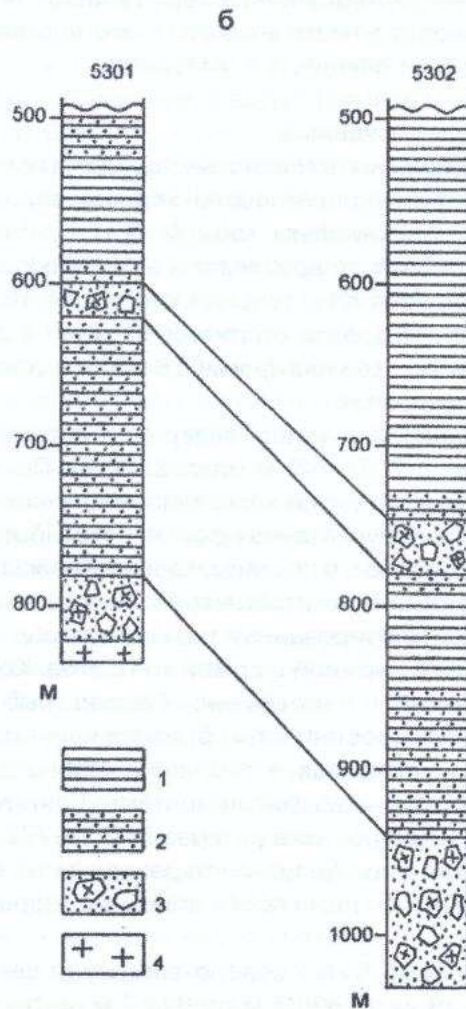
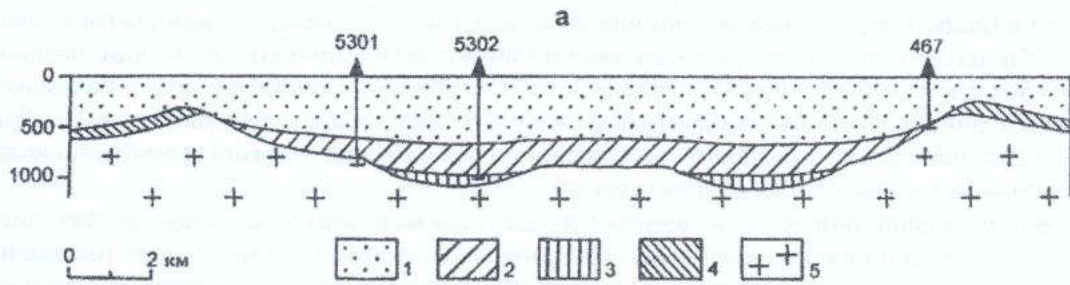


Рис. 2.28. Схематический разрез Оболонской ударной структуры с северо-запада на юго-восток (а), и разрез по скважинам 5301 и 5302 заполняющего и ударного комплексов структуры (б)

а) 1 — осадочные отложения перекрывающего комплекса; 2 — отложения заполняющего комплекса; 3 — породы ударного комплекса; 4 — доударные осадочные отложения мишени кратера; 5 — породы кристаллического фундамента

б) 1 — глины, глинистые сланцы; 2 — песчаники; 3 — аллогенные брекчи; 4 — породы кристаллического основания

Fig. 2.28. Schematic section of the Obolon impact crater from northwest to southeast (a), and stratigraphic columns of drill cores 5301 and 5302 of the crater (б)

а) 1 — sedimentary deposits of the overlapping complex; 2 — deposits of the crater filling complex; 3 — impact rock complex; 4 — preimpact sediment of the crater target; 5 — crystalline basement rock

б) 1 — clay, clay shale; 2 — sandstone; 3 — allochthonous breccia; 4 — crystalline basement rock

ствуют мелкие обломки кремнистых пород, глинистых сланцев, реже карбонатных пород. Характерна слабая сортировка материала по крупности и постоянное присутствие уплощенных обломков и частиц пестро окрашенных глинистых пород. В кровле толщи песчаников залегает слой разнозернистого гравелистого песчаника с содержанием в различной степени окатанного гравийного материала пестрого состава в количестве 30—40%. Гравийный материал состоит из кремнистых сланцев, кремней, кварца, мелкозернистых кварцевых песчаников и некоторых других пород.

Выше в интервале 948—823 м залегает толща разнозернистых песчаников с постоянной примесью гравийного и щебневого материала. В отдельных интервалах песчаники слабо сцементированы и переходят в пески. На 827 м вскрыт прослой гравелито-брекчий, состоящей из слабо окатанных и неокатанных зерен кварца, полевых шпатов, кремнистых пород. Цемент брекчий алеврито-псаммитовый, в его составе кроме кварца и полевых шпатов постоянно присутствуют слюдястые минералы.

Интервал от 823 м до 780 м слагают серые и зеленовато-серые алеврито-глинистые породы с прослоями слюдястых песчаников.

В. И. Ванденко и В. И. Юхименко в глинистых породах и песчаниках в интервалах 848,3, 842,9, 833, 829, 810,8 и 806 м описали отпечатки харовых водорослей триаса, в том числе: *Stenochara shaikini* Said., *Moslavichara retunda* Said., *Porochara triassica* Gramb., *Lotochara acuta* Said., *Cuneatochara acuminata* Said., *Maslovichara ex.gr. gracialis* Said., *Auerbachichara bascuntschakiensis* Kis. (определения О. И. Цыбульской), которые свидетельствуют о раннетриасовом возрасте отложений и могут быть параллелизованы с раннетриасовыми отложениями Русской платформы. В обломках известняков на глубине 805 м определена фауна среднего карбона.

Разрез брекчиево-песчаниковой толщи завершает горизонт обломочных и глыбовых брекчий, слагающих интервал 780—746 м (рис. 2.28, б). По внешнему виду эти породы близко напоминают литические брекчии аллогенного комплекса кратера. Отличием брекчий этого горизонта является полуокатанная форма некоторых обломков кристаллических пород. Состав обломочного материала: гнейсы, гранитогнейсы, мелкозернистые меланократовые граниты, лейкократовые биотитовые граниты и кристаллические сланцы, причем преобладают интенсивно катаклазированные разности пород. Обломки в составе брекчий тесно притерты друг к другу со сложной формой контактов. Крупные обломки пересечены ветвящимися зонами дробления и перетирания. Размер глыб в составе брекчий нередко превышает 10 см. Важнейшей особенностью брекчий является присутствие в их составе ударнометаморфизованных минералов, в том числе кварца с планарными элементами и биотита с полосами смятия и планарными элементами. Единичные обломки известняков с фауной среднего карбона наблюдаются в интервале 773—772 м.

Выше 746 м залегает мощная толща посткратерных мезокайнозойских отложений, разрез которых будет рассмотрен ниже после описания разреза импактных пород в скважине 5301.

Скважина 5301 пробурена в 5,5 км к северо-востоку от центра Оболонской структуры. В интервале от забоя скважины на 836,7 м до 823,7 м вскрыты розовато-серые и серые плотные биотитовые граниты без следов ударного метаморфизма (рис. 2.28, б).

На гранитах в интервале 823,7—821 м залегает рыхлая аллогенная брекчия, состоящая из обломков кварца, полевых шпатов, реже мелких обломков гранитов, погруженных в мелкозернистую матрицу того же состава. Характерно расслоение зерен биотита и изгибание его пластин в связующей массе между зернами кварца и полевых шпатов. Изредка наблюдаются деформации полевых шпатов в виде дробления и слабого изгибания двойников.

Интервал от 821 м до 803 м образуют песчанистые брекчии алеврито-псаммитовой размерности с постоянной примесью мелких обломков осадочных пород. В породах наблюдаются следы подводно-оползневых явлений, проявляющихся в образовании сложных лежащих и опрокинутых складок размером до 8—10 см. На 804—803 м в этих породах расп-

ространены многочисленные обломки и глыбы темно-серых брекчированных органогенных известняков с многочисленными отпечатками микрофауны.

Выше в интервале 803—782 м залегает однородная толща нечетко слоистых алевролитов и алевролитистых песчаников. Характерно положение слоистости вдоль оси керна, свидетельствующее о субвертикальном или наклонном залегании блоков пород.

Полурыхлые дресвяные полимиктовые брекчии слагают интервал 782—780,5 м. Породы состоят из обломков гранитов и слагающих их минералов при подчиненном распространении мелких обломков органогенных известняков с микрофауной. Некоторые обломки кристаллических пород носят следы слабого окатывания в виде закругленных углов.

Интервал 776—773 м слагают темно-серые мелкообломочные мономиктовые брекчии, состоящие из мелких обломков органогенных известняков. Преобладает размер обломков от 1 до 6—8 мм. В составе брекчии наблюдаются единичные включения остроугольных зерен кварца размером до 1 мм.

Однородная толща алевролитистых песчаников и алевролитов залегает в интервале от 773 м до 609 м. Преобладают неясно слоистые слюдястые среднезернистые песчаники полимитового состава. Горизонтальная или слабо наклонная слоистость подчеркивается субпараллельной ориентировкой чешуек слюды. Цемент глинисто-хлорито-карбонатный. Ударнометаморфизованные минералы в составе пород не наблюдаются.

На 730,5 м залегает маломощный прослой мелкообломочной брекчии, состоящей из обломков кварца и известняков. Размер зерен от 0,5 мм до 8 мм, хотя наиболее крупные обломки известняков достигают размера 20 мм. Цемент породы рыхлый, состоит из тонкообломочного материала глинисто-алевролитовой размерности.

Вышележащая толща представлена песчанистыми алевролитами и алевролитистыми песчаниками. На 720—725 м вскрыты породы со слабо выраженной слоистостью под углом около 70—75° к оси керна. Псаммитовая составляющая представлена кварцем, реже полевыми шпатами. Цемент тонкообломочный, полурыхлый с примесью карбонатного материала. На 725 метрах залегает прослой крупнозернистого полимиктового песчаника, состоящего из кварца, полевых шпатов, слюд, обломков сланцев и глинистых пород размером до 1 мм. Частицы минералов от угловатых до полуокатанных и окатанных.

В интервале от 610 м до 600 м вскрыты слабо сцементированные мелкообломочные полимиктовые литические брекчии, состоящих из обломков пород и минералов размером до 2 см. Форма зерен неправильная, угловатая. Состав обломочного материала: граниты, гнейсы, глинистые сланцы, белые каолинизированные породы, кварц, полевые шпаты. Обломки кристаллических пород трещиноваты и выветрелы. В кварце из гранитных обломков наблюдаются отчетливые признаки ударного метаморфизма. Цемент пород мелкообломочный, в нем видны участки сульфидизации в виде прожилков мощностью до 7 мм.

На поверхности брекчий в интервале 600—592 м залегает слой песчанистых алевролитов, которые по составу близки к подстилающим брекчии породам.

Таким образом, заполняющий импактную структуру комплекс осадков имеет необычный разрез, представленный мощной толщей песчанистых и мелкообломочных осадочных брекчий, песчаников и алевролитов, перекрытых горизонтом литических брекчий мощностью 10 м в скважине 5301 и 34 м в скважине 5302. Эти породы содержат отчетливые проявления ударного метаморфизма.

Образование описанной толщи песчаников и брекчий, по нашим представлениям, происходило под действием гравитационных суспензионных поков и возвращенной волны цунами, заполнивших кратер раздробленным и смытым с поверхности материалом осадочных пород, представленных отложениями раннего триаса с флорой харовых водорослей и нижележащих карбонатных пород карбона. Отложение на их поверхности брекчий кристаллических пород произошло в результате выпадения выбросов и смыва в кратер их отложений.

Залегание брекчий ударнометаморфизованных пород на поверхности отложений цунами и суспензионных потоков характерно для некоторых других импактных струк-

тур, образованных в подводных условиях, в первую очередь — кратера Чиксулуб. Вокруг этой структуры в некоторых районах бассейнов Мексиканского залива и Карибского моря на поверхности отложений цунами и гравитационных потоков, обычно не содержащих следов ударного воздействия, залегают слои брекчий кристаллических пород с отчетливыми проявлениями ударного метаморфизма (Grieve, 1997). В кратере Уэтампка, образованном в мелководных морских условиях, наблюдается сложный разрез заполняющего комплекса осадков, представленных переслаивающейся толщей импактных и песчаных брекчий с блоками пород мишени в средней и верхней части ее разреза (Kring et al., 2002).

На поверхности брекчий залегают отложения перекрывающего комплекса. Их разрез начинается толщей серых и темно-серых глин общей мощностью в скважине 5301 до 90 м, содержащей маломощные прослои известняков и песчаников. По данным И. И. Ванденко (неопубликованные данные, 1966), толща охарактеризована фауной моллюсков: *Parkinsonia doneciana* B o r i s s., *Meleagrinea doneciana* B o r i s s., *Nucuta* cf. *eudorae*, и микрофауной: *Ammobaculites agglutinans* (O r b.), *Ammodiscus incetrus* (O r b.), *Trochammina squamatoforesis* K a p t., *Glomospira gardialis* (P a r k. et J o n.) (определения И. М. Ямниченко и И. Е. Пияр). По данным этих авторов, приведенный список фауны позволяет датировать вмещающие их отложения байосским ярусом средней юры.

На поверхности байосских глин залегают толща серых глин с прослоями известняков, песчаников и алевролитов мощностью 232 м (скважина 5301), которая по данным В. И. Ванденко (неопубликованные данные, 1966) содержит обильную фауну. Макрофауна представлена формами: *Pseudocosmoceras michalskii* (B o r i s s.), *Pseudocosmoceras masarovic* M o u r a c h., *Meleagrinea doneciana* (B o r i s s.). Микрофауна охарактеризована формами: *Haplophragmoides canariensis* (O r b.), *Ammodiscus varians* K a p t., *Lenticulina mironovi* (D a i n.), *Lenticularia obesa* K a p t. Комплекс фаунистических остатков в составе толщи позволяет охарактеризовать ее возраст как батский ярус средней юры.

Залегающие выше осадочные отложения, вскрытые скважинами 5301 и 5302, по составу не отличаются от пород того же возраста, распространенных за пределами кратера. В интервале от 270 м до 170 м залегают фаунистически охарактеризованные позднеюрские отложения, представленные переслаивающимися глинами, песчаниками и известняками.

Меловые отложения в кратере представлены маломощными слоями глин апта ранне-мелового возраста и белым мелом сеномана позднемелового возраста.

Третичные отложения представлены осадками каневской, бучакской, киевской и харьковской свит палеогена общей мощностью до 100 м. Разрез осадочных пород в кратере завершают четвертичные суглинки и пески мощностью до 20 м.

Породы и минералы импактного комплекса Оболонской импактной структуры содержат многочисленные признаки ударного метаморфизма, позволившие доказать ее ударное происхождение.

Кварц в составе зювитов и литических брекчий содержит признаки ударного воздействия от слабых проявлений в виде образования базальной системы планарных элементов до образования диаплектовых стекол и стекол плавления, раскристаллизованных с образованием кварца с шариковыми структурами.

Наиболее низкие ударные давления установлены в глыбах гранитов (скв. 5302, глубина 995, 997, 998, 1017 м) из средней и нижней части разреза литических брекчий. В кварце из этих пород преобладает базальная ориентировка планарных элементов по {0001} при подчиненном развитии других систем планарных элементов (Гуров и др., 1979). Интересно отметить, что подобное преобладающее распространение базальной системы, образующейся при наиболее низких ударных давлениях, нами не было зафиксировано в породах ни в одной из изучавшихся импактных структур Украинского щита, а также в импактных породах кратера Эльгыгытгын и некоторых других структур. В биотите из этих глыб распространены полосы смятия. Гранат интенсивно трещиноват.

Умеренные до высоких ударные давления определены во включениях обломков пород в составе зювитов из скважины 5302 в интервале 964—975 м. В глыбе гранита из интервала 973 м кварц имеет пониженные показатели преломления: $n_e = 1,544$, $n_o = 1,535$, двупреломление 0,009, что по диаграмме в работах (Grieve et al., 1996; Stöffler and Langenhorst, 1994) свидетельствует об испытанном минералом ударном давлении около 25 ГПа. Кристаллографическая ориентировка систем планарных элементов показывает преобладающее развитие системы по ромбоэдру $\{10\bar{1}3\}$ при относительно высокой встречаемости систем по ромбоэдрам $\{10\bar{1}2\}$ и $\{10\bar{1}4\}$.

Полевые шпаты имеют пониженные показатели преломления и двупреломление. В биотите кроме полос смятия развиваются системы планарных элементов с ориентировкой полюсов плоскостных систем к перпендикуляру к базальной спайности минерала под углами 74° и 66—68° (Гуров, 1978; Гуров, Гурова, 1991). Гранат интенсивно катаклазирован и растерт в тонкозернистые массы розовато-серого цвета. В некоторых зернах ударнометаморфизованного граната наблюдаются до двух систем планарных трещин.

В составе зювитовой брекчии распространены обломки гранитов и гнейсов, состоящих из диаплектового кварца с множественными системами планарных элементов и диаплектовых стекол по полевым шпатам, что свидетельствует об ударных давлениях выше 30—35 ГПа. В кварце из ударнометаморфизованных пород диагностирован коэзит (Gurov et al., 1980). Выделение коэзита производилось при частичном растворении во фтористоводородной кислоте диаплектового кварца или гранитоидов с высоким содержанием кварца. Диагностика минерала произведена в результате рентгеновского фазового анализа нерастворимых остатков проб после многократного уменьшения их исходного объема.

В обломках гранитов и гнейсов, испытавших селективное плавление, диаплектовый кварц сосуществует с флюидальными стеклами плавления по полевым шпатам, что позволяет оценить испытанные породами ударные нагрузки выше 45 ГПа.

Биотитовые и гранат-биотитовые грейсы основания Оболонской структуры содержат графит. При изучении состава тяжелой фракции зювитов из интервала 964—975 м (скв. 5302) были выделены единичные зерна импактного алмаза (Gurov et al., 1995). Размер зерен составляет 0,1—0,2 мм, форма уплощенная таблитчатая, унаследованная от кристаллов исходного графита. Фазовый состав импактных алмазов изучался с помощью рентгеновского анализа. Съемка дебаеграмм индивидуальных зерен алмаза подтверждает их микроагрегатное строение и сложный фазовый состав: при преобладании фазы кубического алмаза (межплоскостные расстояния 0,206, 0,126, 0,107 нм и др.); второй фазой является гексагональный алмаз — лонсдейлит (межплоскостные расстояния 0,219 и 0,192 нм). Рентгеновский анализ показал отсутствие фазы исходного графита в импактном алмазе, как это имеет место в графите из некоторых других структур ударного происхождения, в том числе Попигаевского кратера (Масайтис и др., 1998).

Ударный метаморфизм пород и минералов установлен также в обломках кристаллических пород в составе брекчий или отдельных минеральных зерен в толще осадков, перекрывающей породы собственно импактного комплекса в кратере. В обломках гранитов в брекчии, завершающей разрез толщи заполняющего комплекса в интервале 746—780 м, проявления ударного метаморфизма выражены в развитии систем планарных элементов в кварце, реже в полевых шпатах, в образовании полос смятия и систем планарных элементов в биотите. В нижележащей толще песчаников кварц с планарными элементами наблюдался по всему их разрезу как в составе гранитоидных обломков в брекчиевых прослоях, так и в индивидуальных его зернах в песчаниках в интервалах 808, 837, 870, 925, 948, 955 м и некоторых других.

Продукты застывания ударного расплава в Оболонской структуре представлены обломками и частицами стекла в составе зювитов. По аналогии с Ильинецким кратером на Украинском щите и Логойским кратером в Белоруссии предполагается возможность присутствия в составе импактного комплекса локальных тел ударнорасплавленных пород, которые в настоящее время еще не обнаружены.

Наиболее высокие содержания импактных стекол плавления наблюдаются в зювитах вскрытых скважиной 5302 в интервале от 965 до 975 м, где они составляют до 15—20% объема пород. Более низкие содержания стекол до 5% наблюдаются в брекчиях и зювитах в интервалах 1004—1005, 1017 и 1028 м. Импактные стекла плавления представлены в виде частиц угловатой неправильной формы размером от долей миллиметра до 1—3 см. Наиболее крупное тело девитрифицированного стекла с включениями многочисленных обломков ударнометаморфизованных пород встречено на глубине 965 м. Цвет стекол серый зеленовато-серый, характерно их пузырчатое строение.

В шлифах цвет стекол зеленовато-коричневый и серо-коричневый. Примесь включений обломков ударнометаморфизованных пород и минералов в отдельных разностях достигает 15—25%, в результате чего их обломки по составу приближаются к брекчиям с расплавленным цементом. Стекла изотропны или в различной степени девитрифицированы с образованием сноповидных агрегатов кварц-полевошпатового состава. Рентгеноструктурный анализ позволил установить в их составе присутствие кристаллических фаз кварца и полевых шпатов. В некоторых разностях стекла наблюдаются отражения с межплоскостными расстояниями монтмориллонита и цеолитов. В стекле на поверхности обломков кварца видны призматические выделения микролитов пироксена с образованием коррозийных структур.

Химический состав импактных стекол приведен в таблице 2.8. Стекла Оболонской структуры имеют умеренно-кислый состав с содержанием кремниевой кислоты порядка 60%. По содержанию главных компонентов стекла близки к расплавленным импактитам кратера Попигаевского (Масайтис и др., 1981, 1998), Ильинецкого (Gurov et al., 1998), Шарлевуа в Канаде (Rondot, 1983), и некоторых других структур, образованных в породах гранито-гнейсовых комплексов древних щитов.

Ударнорасплавленные стекла Оболонской структуры по химическому составу весьма близки к гнейсам и гранито-гнейсам основания кратера (табл. 2.8). Эти данные свидетельствуют о том, что преобладающими типами пород в мишени кратера были именно гнейсы и гранито-гнейсы, в то время как граниты и кристаллические сланцы имели в ней подчиненное распространение. Приведенный выше состав пород мишени, рассчитанный по составу обломков в брекчиях и зювитах, согласуется с результатами изучения состава расплавленных стекол. По расчетам, состав ударного расплава на 85—90% состоит из гнейсов и гранито-гнейсов (Гуров и др., 1995, 1997).

Интересной особенностью состава импактных стекол является повышенное содержание в них хлора и брома, причем содержание хлора в 5 раз выше его содержания в гнейсах и в 8 раз выше, чем в гранитах основания кратера. При содержании брома во всех типах пород мишени ниже чувствительности рентгено-структурного анализа ($1 \cdot 10^{-4}\%$), в составе стекол оно увеличивается до $1,8 \cdot 10^{-4}\%$ и достигает в отдельных образцах величины $3,2 \cdot 10^{-4}\%$ — $5,2 \cdot 10^{-4}\%$. Предполагается, что источником избыточного содержания галогенидов в составе ударного расплава была морская вода, покрывавшая поверхность мишени во время падения астероида. Подтверждением этого явления может служить также не большое повышение содержания в импактитах натрия (Гуров и др., 1997).

Ранее обогащение ударнорасплавленных пород хлором и бромом не было установлено в породах ни одной импактной структуры. Результаты ограниченного числа анализов пород Болтышской, Ильинецкой и Западной импактных структур не позволили установить в них увеличение содержания галогенидов по сравнению с породами мишеней. В то же время повышенные содержания хлора и натрия определены в составе тектитов и микро-тектитов из поля их рассеяния в южной части Тихого океана. Предполагается, что обогащение стекол хлором и натрием является результатом образования кратера Эльтаниан в океаническом бассейне и смешивания ударного расплава с компонентами морской воды (Margolis et al., 1991). Таким образом, по полученным данным по составу импактитов Оболонской структуры, повышенные содержания галогенидов в ударнорасплавленных породах

Таблица 2.8. Химический состав импактных стекол и кристаллических пород мишени Оболонской импактной структуры (мас. %)

Table 2.8. Chemical composition of glasses and crystalline basement rocks of the Obolon impact structure (wt%)

Компонент	1	2	3	4	5	6
	\bar{X}_6	\bar{X}_{15}	\bar{X}_{12}	\bar{X}_5	\bar{X}_3	
SiO ₂	61,18	62,90	73,59	79,03	54,65	4,90
TiO ₂	0,82	0,77	0,32	0,05	1,01	0,61
Al ₂ O ₃	14,65	14,59	12,10	11,03	18,61	13,70
Fe ₂ O ₃ *	8,99	9,06	4,58	1,54	9,45	7,62
MnO	0,08	0,09	0,06	0,02	0,06	0,07
MgO	5,15	4,75	1,77	0,84	5,91	3,80
CaO	1,31	1,67	1,52	1,14	2,30	1,59
Na ₂ O	2,46	2,13	2,42	2,32	2,89	2,21
K ₂ O	3,88	3,30	2,91	3,40	4,01	3,25
P ₂ O ₅	0,12	0,07	0,08	0,07	0,11	0,07
Cl	0,62	0,13	0,08	0,05	0,24	0,11
Br	1,8·10 ⁻⁴	—	—	—	—	—
Ni	0,008	0,007	0,005	0,004	0,011	0,007
Co	0,004	0,004	0,001	—	0,004	0,003
Cr	0,010	0,010	0,003	—	0,017	0,008

Примечание. 1 — импактные стекла; 2 — гнейсы и гранитогнейсы; 3 — граниты, гнейсограниты; 4 — граниты лейкократовые и пегматоидные; 5 — кристаллические сланцы; 6 — состав мишени, рассчитанный пропорционально содержанию различных типов кристаллических пород в аллогенных брекчиях.

Анализы выполнены рентгенофлуоресцентным методом А. А. Андреевым и К. А. Проскурко (ИГН НАН Украины). * Железо общее.

дах могут служить одним из индикаторов для определения кратеров, образовавшихся в морских условиях. Дальнейшая проверка установленной закономерности может быть проверена на примере пород из кратера Монтанью на Канадском шельфе (Jansa et al., 1989), кратера Мьельнир в Баренцевом море (Tsikalas et al., 1998) и некоторых других структур импактного генезиса (Gurov and Gurova, 1995).

Проведены предварительные определения примеси вещества ударника в составе расплавных импактитов Оболонского кратера. Сравнительные данные по содержанию "космогенных" элементов, в том числе никеля, кобальта и хрома, в составе стекол плавления и важнейших типах кристаллических пород мишени до настоящего времени не позволили установить обогащение ими состава ударнорасплавленных пород. Представляет интерес дальнейшее исследование состава стекол с применением нейтронно-активационного анализа для определения содержания в них иридия и других платиноидов.

При поисках реликтов метеоритного вещества в Оболонской структуре, в составе тяжелой фракции протолокчей зювитов (скв. 5302, 965—967 м.) были обнаружены единичные металлические частицы неправильной или глобулярной формы размером 0,1—0,2 мм. Рентгенограммы частиц близки к рентгенограммам тенита и некоторых других фаз. Межплоскостные расстояния наиболее интенсивных отражений равны: 0,207, 0,179, 0,126, 0,108 нм и со-

ответствуют параметрам кубической гранецентрированной ячейки с $a_0 = 0,358$ нм. По данным выполненного Л. И. Кудиновой микрозондового анализа, частица имеет состав: железо — 76,1, хром — 17,0, никель — 6,7%. Раньше частицы никель-хромистого железа близкого состава были диагностированы в кратерах Рис и Рошешуар, где они рассматриваются как конденсатные образования (El Goresy and Chao, 1976). В связи с высокими содержаниями хрома в составе каменных метеоритов, последние являются вероятными ударниками при образовании указанных структур, включая и Оболонскую астроблему.

Возраст Оболонского кратера по геологическим данным определяется как послераннетриасовый — досреднеюрский (Масайтис и др., 1980) или среднеюрский (Вальтер и др., 1977). Изотопный возраст импактных пород структуры по данным калий-аргонового метода характеризуется значениями от 160 ± 30 млн лет (Масайтис и др., 1980) до 215 ± 25 млн лет (Grieve, 1991). Для получения более точных данных по изотопному возрасту пород кратера и времени его образования были выполнены анализы трех образцов импактных стекол, тщательно очищенных от включений обломочного материала докембрийских пород мишени (табл. 2.9). Определения радиогенного аргона определялись М. М. Вишняком на масс-спектрометре МИ-1330 методом изотопного разбавления с применением в качестве эталона ^{38}Ar . Содержания калия определены методом фотометрии пламени на атомно-абсорбционном спектрометре С-302.

По полученным данным, изотопный возраст пород Оболонской астроблемы равен 169 ± 7 млн лет. Это значение возраста хорошо согласуется с геологическим возрастом кратера как байосский век средней юры (Гуров и др., 1995).

В настоящее время Оболонский кратер признан мировой геологической общественностью в качестве достоверной импактной структуры и включен в списки земных кратеров и астроблем (Grieve and Robertson, 1979; Grieve et al., 1996; Earth Impact Database, 2005, и др.). Особый научный интерес к изучению этой структуры связан с условиями ее образования в мелководном морском бассейне. Доказательствами ее образования в подводных условиях являются: необычный состав толщи заполняющего комплекса с мощным горизонтом брекчий в верхней части разреза, небольшая мощность импактных пород в кратере, повышенные содержания хлора и брома в ударнорасплавленных породах и некоторые другие.

Хотя моря и океаны занимают около 75% поверхности Земли, к настоящему времени только 3 кратера установлены на дне морей и океанов. Еще для ряда расположенных на суше импактных структур доказано образование в подводных условиях. К числу последних относится и Оболонская импактная структура.

Низкое распространение импактных структур на дне морей и океанов объясняется рядом объективных и субъективных причин. К первым относится молодой возраст океанического дна и краткий срок его экспозиции при метеоритной бомбардировке. Кроме того, важнейшей причиной является торможение ударника в толще воды, причем условия образования кратеров на дне зависит от соотношения диаметра метеороида и глубины моря в точке соударения. В связи с этим в глубоководных участках океанов ударники небольшого диаметра

Таблица 2.9. Возраст импактных стекол Оболонской импактной структуры
Table 2.9. Age of impact glasses of the Obolon impact structure

№ скважины	Интервал, м	Порода, минерал	K, %	Ar _{рад} , нг/г	Возраст, млн лет
5302	965	Стекло полиминеральное	4,03	49,3	169±5
5202	971-1	То же	3,90	47,2	167±6
5302	971-2	Стекло полевошпатовое	10,04	125,5	172±5

Примечание. Определения выполнены в ИГН НАН Украины, аналитик М. М. Вешняк.

не вызывают появления кратеров, а энергия удара расходуется на испарение воды и образование цунами. Примером может служить образование структуры Эльтаниан в Тихом океане, которое сопровождалось разрушениями поверхности дна без формирования глубокой импактной структуры. Субъективные причины связаны с обычными трудностями изучения поверхности дна океанов, его морфологии и вещественного состава, требующими использования специальных методов, включая геофизические исследования и бурение, причем без получения кернового материала и обнаружения в породах признаков ударного метаморфизма диагностика кратера как достоверной импактной структуры не может быть выполнена.

Общая глубина Оболонской структуры рассчитана с использованием зависимости, полученной для сложных импактных структур (Гуров, Гурова, 1991; Gurov et al., 1995). При диаметре кратера около 18 км, его глубина относительно уровня доударной поверхности должна составлять около 750 м в наиболее глубокой части вокруг центрального поднятия. С учетом мощности перекрывающих кратер осадков около 300—350 м, глубина структуры от современной поверхности до истинного дна составляет около 1000—1100 м. Данные расчета хорошо согласуются с результатами бурения, согласно которым скважина 5302 глубиной 1033 м остановлена в глыбовых брекчиях, являющихся переходными породами от аллогенных брекчий к аутигенным брекчиям основания кратера.

К настоящему времени на поверхности Земли диагностировано около 170 импактных структур, число которых ежегодно увеличивается на 3-5 ранее неизвестных кратеров и астроблем. Одновременно постоянно растет число импактных структур, содержащих месторождения различных видов полезных ископаемых.

Кроме гигантских золотых месторождений в кратере Вредефорт в ЮАР и медно-никелевых месторождений в астроблеме Садбери в Канаде (Grieve and Masaitis, 1994), наибольший практический интерес представляют сконцентрированные в импактных структурах промышленные залежи нефти и газа. Промышленные месторождения углеводородов в кратерах выявлены и разрабатываются на территории США и Канады, в связи с чем импактные структуры в пределах нефтегазоносных бассейнов рассматриваются как потенциальные месторождения и являются объектом целенаправленных поисков (Buthman, 1997; Carpenter and Carlson, 1992; Donofrio, 1997; Grieve, 1997).

Условия локализации залежей нефти и газа в импактных структурах зависят от их внутреннего строения. В простых кратерах, представленных окруженными валом чашеобразными депрессиями, месторождения углеводородов сосредоточены в их валах. Примерами простых нефтеносных импактных структур являются кратеры Ньюпорт и Вьюфилд, расположенные в нефтегазоносном бассейне Уиллистон в пограничных районах США и Канады (Sawatzky, 1977). Кратер Ньюпорт диаметром 3,2 км с разведанными запасами нефти 2,3 млн тонн образован в гранитах кристаллического фундамента и перекрывающих их кембрийских песчаниках. Эти породы содержат многочисленные признаки ударного метаморфизма, которые позволили доказать ударное происхождение этой структуры (Koeberl and Reimold, 1995). Нефть добывается с глубины 2300—2400 м из брекчии гранитов и песчаников, слагающей вал кратера. Суточная добыча на 1995 год составляла 42 тонны (Donofrio, 1997).

При увеличении диаметра кратеров до 3—5 км они переходят в сложные импактные структуры с центральным поднятием или кольцевым поднятием вала. В этом типе кратеров месторождения нефти и газа локализуются в брекчиях и брекчированных породах центрального поднятия (кратеры Ред Винг, Эймс, Кельвин), и/или в брекчированных и трещиноватых породах коренного вала (кратеры Эймс, Авак, Кельвин, Стин Ривер, вероятная импактная структура Лайлес Ренч). В редких случаях залежи углеводородов приурочены к листрическим и радиальным разломам в основании импактных структур, примером которых является интенсивно эродированная астроблема Сиерра Мадера с запасами газа 7,7 млрд м³. Ударно-метеоритное происхождение доказано для всех перечисленных импактных структур за исключением структуры Лайлес Ренч, в породах которой признаки ударного метаморфизма еще не установлены (Carpenter and Carlson, 1992; Donofrio, 1997; Grieve, 1997; Sawatzky, 1977).

Примером сложной нефтегазоносной импактной структуры может служить глубоко погребенный кратер Эймс, расположенный в нефтегазоносном бассейне Анадарко в Оклахоме, США (Carpenter and Carlson, 1992, 1997). По стратиграфическим данным возраст кратера определяется как раннеордовикский. Диаметр структуры составляет около 13–16 км. Кратер образован в гранитах кристаллического основания и перекрывающих доломитах Эрбакл раннеордовикского возраста. Структура перекрыта мощной толщей палеозойских отложений общей мощностью от 2,5 до 2,8 км. Морфология поверхности истинного дна кратера определена по положению основания сланцев Силвен верхнеордовикского возраста, перекрывающих импактную структуру. Отчетливо выраженный вал кратера образован брекчированными гранитами основания и доломитами Эрбакл. Во внутренней части структуры располагается нечетко выраженное кольцеобразное поднятие, состоящее из отдельных холмообразных возвышенностей. Дно кратера образуют брекчированные граниты и их брекчии при подчиненном распространении брекчий доломитов. Залежи нефти и газа сосредоточены в брекчиях и брекчированных породах как вала структуры, так и во внутренней части, где они сконцентрированы в положительных формах рельефа поверхности истинного дна кратера. Заполняющие структуру кратерные осадки представлены ордовикскими сланцами Ойл Крик, мощность которых достигает 60 м в ее центре и уменьшается до полного выклинивания на валу. Сравнительные анализы состава углеводородов из нефти и сланцев Ойл Крик свидетельствует о том, что последние являются вероятными нефтематеринскими породами этого кратера (Carpenter and Carlson, 1997). Залежи нефти и газа в кратере Эймс открыты в 1991 году. На 1996 год разведанные запасы нефти составляют 3,8 млн тонн при суточной добыче 390 тонн и газа соответственно 430 млн м³ при суточной добыче 88 тыс м³ (Donofrio, 1997).

Неизвестный ранее тип месторождений нефти и газа, связанных с импактными структурами, диагностирован в последние годы на юго-восточном побережье Мексиканского залива. В этом районе месторождения нефти и газа сконцентрированы в мощной толще выбросов из кратера Чиксулуб (Grieve, 1997). Импактная структура Чиксулуб диаметром около 260 км расположена на севере полуострова Юкатан в Мексиканском заливе. Связанные с импактной структурой Чиксулуб гигантские месторождения нефти и газа расположены в районе залива Кампече на юго-восточном побережье Мексиканского залива на расстоянии около 300 км от центра кратера. Хотя эти месторождения были открыты еще в 1974 году, объяснение их происхождения и установление генетической связи с кратером Чиксулуб стало возможно только в 90-х годах после открытия этой импактной структуры (Hildebrandt et al., 1991, 1995). Нефтегазоносными являются брекчии Ломес Тристе мощностью от 125 до 250 м. В породах из верхней части разреза брекчий установлены характерные признаки ударного метаморфизма. Согласно данным (Grieve, 1997), образование брекчий произошло под действием различных явлений, сопровождающих удар, в том числе воздействия на субстрат волны цунами, землетрясения и отложения баллистических выбросов. Месторождения сосредоточены главным образом в осях антиклинальных складок. Глубина залегания нефте- и газоносных пород охватывает интервал от 2500 до 5200 м. Запасы нефти составляют здесь 30 млрд баррелей (4,5 млрд тонн) и газа 15 триллионов кубических футов (426 млрд м³) (Donofrio, 1997; Grieve, 1997).

В таблице 2.10 приведены данные по разведанным запасам и добыче углеводородов из импактных структур.

В настоящее время в США, Канаде, Австралии и некоторых других странах в пределах нефтегазоносных областей продолжают интенсивные поиски импактных структур с залежами углеводородов, а также поиски месторождений углеводородов в некоторых достоверных и вероятных импактных структурах. В США и Канаде поиски нефтегазоносных кратеров сосредоточены в пределах бассейнов Уиллистон, Анадарко, Мичиган и в некоторых других регионах. В Австралии подобные работы проводятся в бассейне Амадеус, в котором расположены потенциально нефтегазоносные импактные структуры Госсес Блаф и две предвари-

Таблица 2.10. Нефтегазоносность импактных структур по (Donofrio, 1997; Grievе, 1997) с изменениями и дополнениями
 Table 2.10. Oil and gas potential of the impact structures by (Donofrio, 1997; Grievе, 1997)

Название структуры	Местоположение	Диаметр, км	Морфология дна	Продуктивный элемент строения	Возраст	Степень сохранности	Вмещающие породы залежи	Глубина залежей, м	Запасы		Суточная добыча	
									Нефть, т	Газ, м ³	Нефть, т	Газ, м ³
Достоверные импактные структуры												
Авак	Аляска, США	12	Сложная с центр. поднятием	Вал	Мел-палеогеновый	4	Песчаники	790—850	—	1,1 млрд	—	37 000
Кельвин	Мичиган, США	7,2	То же	Вал, центр. поднятие	Поздне-ордовикский	6	Карбонатные породы	240—275	450 000	—	17	—
Маркез	Техас, США	12,7	"	Подкратерная зона	Ранне-третичный	6	Песчаники	2700 (среднее)	15 000—23 000	140—200 млн	5	51 000
Ньюпорт	Сев. Дакота, США	3,2	Простая	Вал	Кембрийско-ордовикский	3	Граниты, песчаники	2800—2930	2,3 млн	—	42	—
Ред Уинг	То же	9	Сложная с центр. поднятием	Центр. поднятие	Триасово-юрский	5	Карбонатные породы	2440—2960	3,0 млн	700 млн	150	65 000
Сиерра Мадера	Техас, США	13	То же	Подкратерная зона	Поздне-меловой	6	То же	3660—4120	—	7,7 млрд	—	220 000
Стин Ривер	Альберта, Канада	25	"	Вал	Средне-меловой	3	"	1300—1370	450 000—750 000	—	83	—
Чиксулуб	Юкатан, Мексика	300	Сложная, многокольцевая	Покров выбросов	Мел-палеогеновый	2	"	2530—5180	4,5 млрд	426 млрд	320 000	40 млн
Эймс	Оклахома, США	13—16	Сложная с центр. поднятием	Вал, центр. поднятие	Ранне-ордовикский	3	Граниты, карбонатные породы	2560—2900	3,8 млн	430 млн	390	88 000
Вероятные импактные структуры												
Вьюфилд	Саскачеван, Канада	3,2	Простая	Вал	Ранне-юрский	3	Карбонатные породы	1270—1310	1,6 млн	130 млн	87	7400
Лайлес Ренч	Техас, США	4	Сложная (?)	"	Поздне-третичный	3	Песчаники	60—150	—	57 млн	—	2000

тельно диагностированные кратерообразные структуры, для которых метеоритное происхождение еще не доказано (Tingate et al., 1996). Объектом нефтепоисковых работ также является одна из древнейших импактных структур Тукунука. Как потенциально нефтеносная импактная структура рассматривается астроблема Мельнир диаметром 40 км, расположенная в Баренцевом море.

Опыт поисков промышленных залежей углеводородов в импактных структурах показывает, что большая часть этих месторождений была открыта до установления импактной природы вмещающих их ударных структур. Например, открытие нефтяного месторождения в породах центрального поднятия астроблемы Ред Винг в США произошло в 1972 году, а доказательство импактного происхождения этой структуры датируется 1975 годом (Sawatzky, 1977; Donofrio, 1997). Открытие промышленных залежей нефти и газа в кратере Эймс в США в 1991 году на год предшествовало определению метеоритного происхождения этой структуры (Carpenter and Carlson, 1992). Доказательство импактного происхождения структуры Ньюпорт в бассейне Уиллистон в Северной Дакоте было выполнено 18 лет спустя после открытия в ней месторождения нефти (Koeberl and Reimold, 1995). Месторождения газа в кратере Авак были открыты в 1948 году, но ударное происхождение этой структуры было доказано только в 1992 году (Donofrio, 1997). Только в последние годы установлены признаки ударного метаморфизма в породах кратерообразной структуры Вьюфилд в бассейне Уиллистон на юге Канады, которая по геофизическим характеристикам и строению весьма близка к простой нефтеносной импактной структуре Ньюпорт, расположенной в том же нефтеносном бассейне. К числу нефтегазоносных кратерообразных структур вероятного ударно-метеоритного происхождения, в которых еще не установлены признаки ударного метаморфизма пород, относятся Хасвелл в Колорадо, Чимней в Монтане, Пантер Маунтин в штате Нью-Йорк, Хартней в Манитобе, Элбоу и Думас в Саскачеване, Ламонт и Селмон в Оклахоме и некоторые другие (Donofrio, 1997; Grieve, 1997; Sawatzky, 1977). В каждом конкретном случае доказательство ударного происхождения нефтегазоносных структур имеет большое значение для освоения заключенных в них месторождений углеводородов, так как предоставляет важнейшую информацию о закономерностях их внутреннего строения. В то же время подтверждение ударного генезиса каждой новой нефтегазоносной структуры служит подтверждением большого промышленного потенциала этого типа структур на поверхности Земли. Согласно данным (Petzet, 1995), общие потенциальные запасы нефти в еще не открытых импактных структурах Северной Америки могут достигать 5 млрд баррелей. Высокий процент продуктивных скважин при разбуривании нефтегазоносных импактных структур подтверждает целесообразность проведения в них нефтепоисковых работ.

Поиски нефтегазоносных импактных структур на Украине имеют значительные перспективы, причем наибольший интерес в этом отношении представляет территория Днепровско-Донецкой впадины. К настоящему времени на Украине диагностированы и изучены семь достоверных импактных структур, расположенных на Украинском щите. Из их числа только Оболонская импактная структура рассматривается как потенциально нефтегазоносный кратер (Гуров и др., 1997, 2000-а, 2000-б; Краюшкин, Гуров, 1989; Краюшкин и др., 1994).

По главным параметрам и строению мишени Оболонская импактная структура является близким аналогом нефтегазоносного кратера Эймс в бассейне Анадарко. Диаметр этих структур составляет 13—16 км для кратера Эймс и 17—19 км для Оболонского. В обоих кратерах мишень имеет сложный состав и представлена кристаллическими породами докембрийского фундамента и перекрывающими осадочными отложениями. Обе импактные структуры весьма слабо эродированы, что является благоприятным фактором для накопления в них углеводородов, в том числе в пределах кратерных валов, которые в первую очередь подвергаются срезу при эрозионных процессах.

Проведение нефтепоисковых работ в Оболонской структуре обосновано (Краюшкин, Гуров, 1989; Краюшкин и др., 1994). Рекомендации по бурению в центре кратера скважины

глубиной 5600 м (Краюшкин, Гуров, 1989) или 4000 м (Краюшкин и др., 1994) были составлены с использованием опыта поисков нефти в глубинных подкратерных зонах некоторых импактных структур, в том числе кратера Сильян в Швеции, которые дали отрицательные результаты. Вместе с тем, во всех нефтегазоносных импактных структурах, за исключением глубоко эродированной астроблемы Сиерра Мадера, промышленные залежи углеводородов сконцентрированы в брекчиях, слагающих их центральные поднятия и валы, которые являются положительными формами рельефа поверхности их истинного дна.

С учетом опыта промышленного освоения месторождений углеводородов в кратерах Эймс, Келвин, Авак и некоторых других, проведение поискового бурения в Оболонской структуре может быть рекомендовано как в центре кратера на центральном поднятии, так и на его валу, положение которого определяется по геофизическим данным. При этом глубина скважин на валу в южном секторе структуры может не превышать 500—600 м, и, соответственно, 900—1000 м в его северной части. В связи с тем, что вертикальный размах залежей углеводородов в центральных поднятиях импактных структур составляет до 300—350 м и только в астроблеме Ред Винг достигает 500 м, глубина скважины на центральном поднятии может не превышать 1200 м. Необходимо отметить, что при разбуривании нефтегазоносных импактных структур продуктивные скважины в них составляют от 50 до 82—86% (Donofrio, 1997).

Проведение поискового бурения в Оболонской импактной структуре может не только привести к открытию в ней промышленных залежей нефти и газа, но и послужить основанием для целенаправленных поисков потенциально нефтегазоносных импактных структур в Днепровско-Донецкой впадине и в других нефтегазоносных регионах Украины.

Кроме Оболонской структуры, расположенной в области погружения поверхности Украинского щита в Днепровско-Донецкую впадину, в пределах последней прогнозируется существование ряда не установленных к настоящему времени импактных структур. Поиски глубоко погребенных кратеров и астроблем в этом регионе представляет значительный практический интерес в связи с их потенциальной нефтегазоносностью.