

**РЕЗУЛЬТАТЫ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ  
РАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ,  
ПРОВЕДЕННЫХ В РАЙОНЕ  
ГОР МЕЧЕК И ВИЛЛАНИ**



Район Мечек—Виллани располагается в юго-западной части Задунайской области на площади примерно в 5100 км<sup>2</sup>, ограниченной реками Дунай и Драва. Две возвышенности описываемого района — гора Мечек и гора Виллани, имеют происхождение, более древнее третичного периода; при этом район представляет собой в основном бассейн третичного возраста.

Гора Мечек имеет простираение с юго-запада на северо-восток, протяженностью около 50 км и представлена поднятием палео-мезозойских отложений высотой в 300—600 м над уровнем моря. Гора Виллани располагается южнее горы Мечек с высотными отметками до 440 м и стратиграфией, отличающейся от последней. Начиная от среднего миоцена две островообразно возвышающиеся горы остались сушей во время всякой трансгрессии.

Западная часть горы Мечек состоит в основном из горных пород пермского и триасового возраста и в направлении к западу она образует плоскую антиклиналь. В восточной ее части распространены карбонатная толща осадочных отложений от триаса до мела, эффузивные породы мела и миоцена, а также части обломочного покрова неогенового и четвертичного возраста. Наиболее характерным участком является здесь перисинклиналь. Севернее и южнее протягивается чешуйчатая зона.

В горе Виллани доминирующим элементом является чешуйчатое строение. На поверхности горы наблюдаются 5 надвигов, характеризующихся наклоном в южное направление и осадочной толщей от триаса до мела; севернее, недалеко от окраины обнажения эти надвиги прекращаются.

Указанные две горы разделяются палеозойским порогом.

С точки зрения геофизических разведочных работ важнейшими участками являются зоны бассейна. В них, под осадочной толщей третичного возраста, представленной рыхлыми отложениями мощностью до 1000—1500 м, основание бассейна сложено блоками древнего фундамента, совокупность которых образует четко выделяющийся горизонт несогласия (подшва неогена).

Основание бассейна характеризуется, как общей закономерностью, чередованием полос кристаллического фундамента с пермско-мезозойскими полосами перпендикулярно простираению структуры, в направлении с север-северо-запада на юг-юго-восток. Последние имеют приподнятое положение и чаще всего они обнажаются из-под неогенового покрова. В восточном направлении эти полосы опрокидываются, кончаясь на западе всегда, а на востоке — в большинстве случаев, тектоническими нарушениями.

Наиболее древними породами описываемого района являются *протерозойские* и *древнепалеозойские кристаллические сланцы*. По возрасту происхождения за ними следуют *граниты* (двух типов). Горные породы, залегающие на гранитах, приурочиваются к *силуру*. Образования *верхнего карбона* вскрыты глубокой скважиной Тешень. В западной части горы Мечек пермские отложения выходят на дневную поверхность; они постепенно переходят в *триас*. Породы среднего триаса (известняки), благодаря своей плотности и скорости распространения в них упругих колебаний, представляют собой опорные образования данного района с точки зрения геофизических работ. *Юрские* отложения встречаются почти везде по району,

а отложения *мела* — в восточной части г. Мечек и в горе Виллани. В описываемом районе начиная с мела до гелльветского яруса среднего миоцена отсутствовало осадкообразование. Значительная деформация была вызвана *тектонизмом мела*, образовавшим в сущности настоящую конфигурацию обеих гор. Осадкообразование началось снова в *неогене*. Эти осадочные отложения представляют собой покров фундамента и они имеют общее распространение как в периферийных частях гор, так и в межгорном пространстве.

В гелльветском ярусе район был затоплен морем и в верхнегелльветском ярусе в окрестности Комло имело место извержение андезита. В конце сармата краевые части горы Виллани, подобно всему бассейну, начали резко опускаться. Однако осадконакопление, начавшееся в *паннонском* ярусе, и продолжавшееся параллельно указанному опусканию, достигло в бассейне открытого моря значительной мощности. В конце паннонского яруса полосы пермско-мезозойского фундамента приподнялись, но затем, до плейстоцена произошла значительная эрозия и образовалась современная географическая, геологическая и структурная картина.

В описываемом районе проводятся поиски и разведка на три важных вида полезных ископаемых: на *черные угли лейаса*, радиоактивные *песчаники перми* и *бокситы* в горе Виллани.

Впервые картирование района началось в середине прошлого столетия под руководством Винского геологического института. После этого карты горы Мечек (масштаба 1 : 75 000) были составлены геологами Бек Янош, Хофман Карой, Телегди Рот Лайош и в начале 1900-ых г. г. Вадас Элемер. С тех пор рядом научно-исследовательских организаций и институтов проводились работы в районе обеих гор и в настоящее время уже составлены обзорные карты масштаба 1 : 100 000 и детальные карты масштаба 1 : 10 000.

Первыми геофизическими работами были региональные вариометрическая и геомагнитная с'емки, проведенные в целях разведки на нефть. Начиная с 1953. г. разведочные работы проводились в 90%, для выявления месторождений черных углей, а затем, с 1956 г. первостепенное значение приобрели поиски ураноносных пермских песчаников. Изученность района гравиметрической и геомагнитной с'емками в масштабе 1 : 100 000 может считаться полной, но сейсмическими и геоэлектрическими работами район изучен не в таком масштабе. Местами уже проводятся работы (сейсмические, геоэлектрические и магнитные), соответствующие масштабу 1 : 25 000.

\* \*  
\* \*

В основе каждого геофизического метода лежит измерение разности некоторого физического свойства горных пород, т. е., если с двух сторон отдельных границ раздела земной коры физические свойства пород неодинаковы, то по этим данным можно судить и о петрографических различиях. Геофизическая модель является благоприятной, если 1. граница раздела близка к некоторому геометрическому образу; 2. между физическими свойствами имеется резкое различие; 3. горные породы являются однородными

и изотропными; 4. выполняются определенные требования к глубинам залегания. На практике условия 1—3 редко выполняются.

На фигуре 2 вышеуказанные условия рассматриваются для пород, развитых в описываемом районе. Обращает на себя внимание, что скачкообразное изменение величин имеет место на границе неогена с любыми другими образованиями, т. е. в горизонте основания бассейна. В данном районе неоген может соприкасаться с любыми более древними горными породами. Разность в физических свойствах оказывается наибольшей при соприкосновении неогена с средним триасом или с кристаллическим фундаментом, а наименьшей — при прилегании неогена к песчаникам пермского возраста, характеризующимся пониженной скоростью распространения в них упругих колебаний. Диаграмма составлена для краевых участков горы (где глубина залегания основания бассейна не превышает 500 м).

Величины плотности и удельного сопротивления подошвы неогена указывают на аналогичную картину, однако спорадические данные недостаточны для расчленения более древних стратиграфических горизонтов. С точки зрения сейсмических работ методом преломленных волн горные породы имеют благоприятную и неблагоприятную области фаций, однако расчленение фундамента этим методом также не оказывается возможным. Благоприятными условиями для разведки характеризуется только основание бассейна, ниже него разведочные возможности ограничены.

Магнитные аномалии вызваны в описываемом районе изверженными или метаморфизованными породами, содержащими большое количество основного материала.

Залежи черных углей представлены промежуточными залежами и тектонически они нарушены. При существующем этапе технического развития нашей страны это исключает возможность разведки залежей надземными геофизическими методами.

Более благоприятные условия характерны для пермских песчаников; кровля данной толщи в большинстве случаев может быть выявлена, так как она представляет собой основание бассейна, но расчленение самой толщи также не представляется возможным.

\* \*  
\*

При интерпретации аномалий Буге необходимо принимать во внимание нижеизложенное.

Результаты приведения к уровню моря отражает не гравитационное воздействие возмущающих масс, залегающих под уровнем моря. В таком своеобразном районе, где блок фундамента значительной плотности выходит на дневную поверхность, образуя гору, а окружность его представлена бассейном, заполненным молодыми третичными рыхлыми отложениями, топографическая аномалия горы и аномалия плотности ее строения не могут быть разделены.

Редукцию Буге целесообразно проводить с единой величиной плотности, приравнивающейся к окружности. Таким образом аномалия Буге обнажения окажется преувеличенной по сравнению с случаем, если поправки вводятся с учетом правильной величины плотности, но от аномалий Буге

на обнажениях (тем более от вторичной их обработке) ни в коем случае не можем получить геологическую информацию, поскольку самое значительное возмущающее тело находится на дневной поверхности.

В данном районе аномалиями Буге качественно характеризуется поверхность погребенного фундамента, т. е. рельеф основания бассейна. Из этой общей закономерности имеется и исключение: там где основание бассейна представлено пермскими песчаниками, ход аномалий Буге отражает не рельеф основания бассейна.

\* \* \*

В отношении *геомагнитных условий* особенность района заключается в том, что магнитные возмущающие тела представлены основными метаморфическими породами (серпентиниты, амфиболиты) и основными вулканическими породами (диабазы, фонолиты). В последних *остаточная (термоостаточная) намагниченность* в два раза и более превышает *возбужденную намагниченность*. Андезиты миоцена имеют также значительную восприимчивость.

В соответствии с вышеизложенным, геомагнитные аномалии отображают вулканические и метаморфические породы. Простираение, и распространение последних довольно достоверно определяется по результатам региональной с'емки. Более деатльное их определение может быть осуществлено по данным недавно начатой детальной с'емки. Во всяком случае опыт показывает, что более спокойные аномалии соответствуют прежде всего метаморфическим породам, а сложные аномалии — вулканическим породам. Часть докембрийских кристаллических сланцев, граниты и осадочные отложения не имеют значительной магнитной восприимчивости.

Глубина залегания пород с высокой восприимчивостью только по картам магнитных аномалий не может быть определена с достаточной достоверностью, но в этом и нет необходимости, так как возмущающие тела залегают в основном в основании бассейна, поверхность которого определяется другими (сейсмическим, геоэлектрическим) методами. Таким образом от геомагнитной с'емки можно ожидать также только качественной информации.

Все строение описываемого района близко к строению Венгерского бассейна, поэтому, выявленные здесь закономерности могут быть использованы при проведении исследований в крупных открытых бассейнах.

\* \* \*

Из двух методов *сейсмической* разведки для изучения строения основания молодого третичного бассейна (где скорость распространения упругих колебаний в основании скачкообразно увеличивается по сравнению с покровом) целесообразным представляется применять метод *преломленных волн*. В данном районе такими участками являются неглубокие бассейны. В более открытых участках бассейнов (где неоген представлен мощной толщей и основание бассейна залегает на больших глубинах), метод преломленных волн хотя и применяется, но только в ограниченном объеме,

поскольку скорость в неогене увеличивается с глубиной, следовательно на больших глубинах она уже близка к скорости, характерной для основания бассейна. В таких местах основание бассейна, определенное с некоторой неуверенностью, определяет нижнюю границу нефтеразведки. Для расчленения неогеновой осадочной толщи метод преломленных волн не может применяться; в то же время метод *отраженных* волн с успехом применяется при наличии опорного горизонта. Однако в данном районе таких площадей немного (палеогеографическая картина: перемещающееся море с расчлененными берегами, разделяющееся на озера). Только на границе верхнего и нижнего паннона получается серия более или менее коррелирующихся отражающих площадок, но все же строить возможно лишь условный горизонт. Слои паннонского яруса имеют небольшие углы наклона; они образовались так, что на опускающийся фундамент постепенно отлагались осадки паннонского внутреннего моря, прилегая к фундаменту и принимая его положительные или отрицательные формы рельефа.

Методом преломленных волн внутренняя часть фундамента не расчленяется, так как последний имеет весьма сложное строение. Изменения петрографического состава пород в горизонтальном направлении не выявляются сейсмическим методом, так как скорости распространения упругих волн в породах, слагающих фундамент, сильно перекрываются. Для определения распределения скоростей внутри фундамента следовало бы применять некоторый метод характера отраженных волн, однако сложная тектоника позволяет применять только некоторый вариант метода РНП. Корреляционный метод преломленных волн с использованием последующих вступлений, при условии спокойного залегания фундамента, дает определенную возможность для расчленения последнего.

\* \*

*Геоэлектрический* метод предназначен в описываемом районе в первую очередь для определения рельефа основания бассейна, а во вторых для выявления его качественного состава. Это возможно при условии, если удельное сопротивление осадочной толщи, заполняющей бассейн, по крайней мере на порядок отличается от сопротивления пород, слагающих основание бассейна; в большинстве случаев такое различие имеет место. Причиной различия могут служить пористость, влагосодержание, выветрелость. При небольших глубинах (1—300 м) применяются *вертикальное электрическое зондирование* (ВЭЗ) и *геоэлектрическое профилирование*, а при больших глубинах (300—2000 м) — ВЭЗ и метод *теллурических токов*.

Поскольку величины сопротивления горных пород, слагающих фундамент, часто перекрываются, для вертикального расчленения фундамента пока нет возможности.

В области гор, между горами и на их краевых участках наиболее важными являются работы методом ВЭЗ. В подобных районах глубина может оказаться весьма различной, причем в открытых участках бассейна она может достигнуть даже 1500 м. Сопротивление мезозойского и палеозойского основания фундамента, как правило, в значительной мере превышает сопротивление неогенового покрова. При помощи метода ВЭЗ рельеф основания фундамента определяется в пределах погрешности 15—20%.

В мелких бассейнах получают три типа кривых ВЭЗ: 1. трехслойные кривые, соответствующие горизонтам плиоцен-плейстоцена, миоцену и поверхности основания бассейна; 2. двухслойные кривые, отражающие неогеновую толщу и основание бассейна, залегающее на сравнительно большой глубине; истолковать кривые типа 3. не представляется возможным; они соответствуют изменчивой толще миоцена. В области нагорья в южной части района Бараня, в мезозое горы Виллани и на северной окраине горы Мечек преобладают двухслойные кривые.

На краевых участках исследуемого района, в окрестностях с. с. Шелье-Сигетвар-Капошвар проводились работы методом ВЭЗ и методом теллурических токов. Величины глубин залегания основания бассейна, полученные методом ТТ, в значительной мере и систематически отклоняются от глубин, выявленных сейсмическим методом.

\* \*  
\*

Достоверность интерпретации увеличивается, если опираться на данные ряда геофизических методов и на геологические данные. Это т. н. комплексная разведка.

В геофизической разведке различаются три этапа: 1. на этапе региональной разведки доминирующую роль играют гравиметрические и геомагнитные методы разведки. В рассматриваемом районе на основании результатов таких измерений были выделены участки погружения или поднятия основания бассейна и участки распространения магнитных пород. Правильность сделанных выводов проверялась сейсмическими работами. 2. На этапе рекогносцировочной съемки сеть разведки сгущается. Сейсмические и геоэлектрические профили были заложены уже в соответствии с направлениями, выявленными гравиметрической съемкой, и по этим результатам были составлены карты аномалий поля силы тяжести, геомагнитного поля и карты рельефа фундамента в масштабе 1 : 100 000. 3. На этапе детальных разведочных работ проводятся главным образом сейсмические и геоэлектрические работы, но также и геомагнитные и гравиметрические, для решения локальных, так называемых „микро“-проблем.

Данные о глубинах залегания основания бассейна и данные по подразделению последнего на зоны основываются в первую очередь на результатах геофизических измерений, определяющих глубины, а определение качественного состава пород опирается на данные бурения.

Основание бассейна принималось в качестве горизонта приведения в связи с тем, что месторождения полезных ископаемых рассматриваемого района приурочиваются к нему и благодаря распределению физических свойств горных пород именно этот горизонт является наиболее пригодным для выделения его геофизическими методами разведки.

В результате проведенных разведочных работ в направлении с севера на юг выделяются пять зон, разделяющихся как правило структурными линиями широтного и субширотного простирания.

Первая зона протягивается севернее горы Мечек и только южная ее часть входит в пределы рассматриваемого района. Часть ее южной границы между с. с. Мадьярэгредь и Надьманек представляет собой так назыв. „северный надвиг“. Структурная линия, протягивающаяся северо-восточнее

этого надвига, была определена на основании результатов сейсмических работ и по геологическим соображениям, а северная структурная граница — в основном по геологическим соображениям. В области между с. с. Кадаркут и Галошфа по данным гравиметрических, геомагнитных и сейсмических работ предполагается, что основание фундамента складывается метаморфическими породами. Наличие гравия кварцевого порфира позволяет судить о том, что когда-то здесь существовали породы силура небольшой мощности. В районе Лигет (зона 1/а) имеется полоса известняков среднего триаса с нерасчлененным рельефом, которая опускается в направлении с запад-юго-запада на восток северо-восток. По линии Салатнак-Дере на западе неоген подстилается анизийскими известняками, затем следуют песчаники нижнего триаса и верхней (не складчатой) перми. Под последними вскрыты смятые глинистые сланцы силура, а еще глубже — граниты. На востоке могут встречаться триасовые или более молодые мезозойские и палеозойские или докембрийские породы.

*Вторая* зона представлена пермско-мезозойским массивом горы Мечек, наибольшая часть которого находится на поверхности (участок, подразделенный на блоки 2/а, покрывается неогеновым покровом).

Основание блока Ибафа сложено ниже-пермскими песчаниками, кварцевыми порфирами, а на юге — серпентинитами (магнитная аномалия!). Известно, продолжается ли это и под Мечекской пермской антиклиналью.

Надневный пермско-мезозойский массив ограничивается с юга плоскостью надвига. В районе от г. Сигетвар до с. Офалу она известна из ряда скважин. Вследствие молодых движений пермско-мезозойские образования местами находятся над паннонскими. С востока и запада эта зона — как и все остальные — ограничивается крупным сбросом.

Область, характеризующаяся обнажениями, образует на западе антиклиналь, а на востоке — синклиналь. Тектоническая линия, разделяющая эти структуры, является продолжением линии, разделяющей Лигетский блок от Салатнакского. В районе г. Комло андезиты миоцена обнажаются по этому сбросу.

*Третья* зона представляет собой кристаллическое нагорье Южной Барани. С севера и северо-востока она ограничивается второй зоной. На юге трудно выделить ее границу. Основание ее севернее района Кишдер-Батасек представлено кристаллическими, южнее — пермско-мезозойскими образованиями, северо-восточнее района Печ-Батасек — гранитами, а юго-западнее — кристаллическими метаморфитами и верхним карбоном. В области с. Дьед выделить удалось лишь простирание серпентинитового тела (магнитный максимум, ограниченный минимумом). В районе г. г. Сигетвар и Печ, неоген подстилается по всей вероятности гранитами и кристаллическими сланцами.

В области с. Элленд аномалии поля силы тяжести и геомагнитного поля соответствуют аномалиям Туронь-Уйпетре, где мезозойские отложения подстилаются основанием бассейна, представленным пермскими породами большой мощности. Плотность неогеновых образований близка к плотности перми и нижнего триаса. Выяснено, что большие глубины залегания основания и крупные аномалии никогда не означают наличия пермских песчаников.

*Четвертая* зона ограничивается с севера линией Кишдер—Мариакемд—Модьерод—Батасек, а с юга — тектонической границей пятой зоны, протягивающейся с северо-запада на юго-восток.

В области горы Виллани основание бассейна представлено мезозойскими отложениями (триасом, юрой, мелом). На востоке все сооружение оказывается в опрокинутом положении. На западе в строении основания участвуют также и триас и пермь. Геофизически эта часть мало изучена; буровые данные также немногочислены. На юге по всей вероятности имеются кристаллические породы.

Гора Виллани продолжается в восточном направлении под поверхностью, однако еще не решен вопрос о идентичности этой фации и фации обнажения. Массив переходит через линию Дуная. В направлении с. Беремнд неоген подстилается складчатыми меловыми фациями, близкими к горе Мечек. По линии Уйпетре—Мохач—Келкед располагается крупная антиклиналь примерно широтного простирания с наклоном в восточном направлении, напоминающая на Западный Мечек. На севере находится треугольник Мариакемд—Донасекче—Батасек, где основание представлено триасом, а на северной окраине на граните залегает верхняя пермь.

*Пятая* зона собственно говоря уже не входит в район двух гор, а представляет собой крупный тектонический прогиб с югозападным наклоном; направление его определяется долиной реки Драва, где основание бассейна сложено кристаллическими породами или верхним карбоном. Изменчивость сейсмических скоростей соответствует не разнородностям горных пород, а различным глубинам. Известной является только северо-восточная тектоническая граница данной зоны.

Структурные линии, ограничивающие отдельные зоны, могли несколько раз изменяться в геологическом прошлом. Детально изучена только так называемая „Подмечекская линия” (Сигетвар—Печ—Офалу), образовавшаяся до перми в виде сброса, и представлявшая собой после паннона плоскость надвига.

При составлении карт основой служили буровые и геофизические данные, но кроме того проводящиеся в рассматриваемом районе горные работы в значительной мере дополняются промыслово-геофизическими исследованиями, как в области черных углей, так и в области пермских песчаников и в Хидашском районе месторождений бурых углей. Достоверность каротажных кривых в настоящее время уже превосходит геологические исследования скважин.

\* \*  
\* \*  
\* \*

Что касается дальнейшего проведения разведочных работ, нерешенным остался еще ряд вопросов. Часть их, при настоящей степени технического развития, может быть решена. А задачи, которые в настоящее время кажутся нерешимыми, определяют направление дальнейшего усовершенствования аппаратуры и методов: увеличение разрешающей способности и глубинности исследований под основанием бассейна.