

ЛИ ГО ЮЙ

**ГЕОЛОГИЯ
НЕФТИ И ГАЗА
КИТАЯ**

НОВОСИБИРСК 1993

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИИ,
ГЕОФИЗИКИ И МИНЕРАЛОГИИ

ЛИ ГО ЮЙ

**ГЕОЛОГИЯ
НЕФТИ И ГАЗА
КИТАЯ**

Перевод с китайского

Научный редактор
В.С.Вышемирский

НОВОСИБИРСК 1993

УДК 553.98(510)

Ли Го Юй. ГЕОЛОГИЯ НЕФТИ И ГАЗА КИТАЯ / Науч. ред.
В.С.Вышемирский. - Новосибирск: Изд. ОИГТМ СО РАН, 1992. - 37 с.

ISBN 5-7623-0766-2

Книга содержит краткую, но достаточно полную характеристику нефтегазоносности Китая, основанную на новейших материалах и изложенную одним из крупнейших специалистов в этой области. Освещается история развития нефтяной промышленности Китая, описываются основные нефтегазоносные бассейны и доказываются высокие перспективы на нефть и газ. Приводится детальная классификация залежей нефти и газа, разработанная автором на материалах по Китаю и другим странам. Рассматриваются методы поисков, разведки и разработки месторождений нефти и газа как на суше, так и в акваториях.

Содержание книги свидетельствует о высоком уровне поисково-разведочных работ на нефть в Китае и вообще в китайской нефтяной промышленности.

Для геологов-нефтяников, научных работников и студентов.

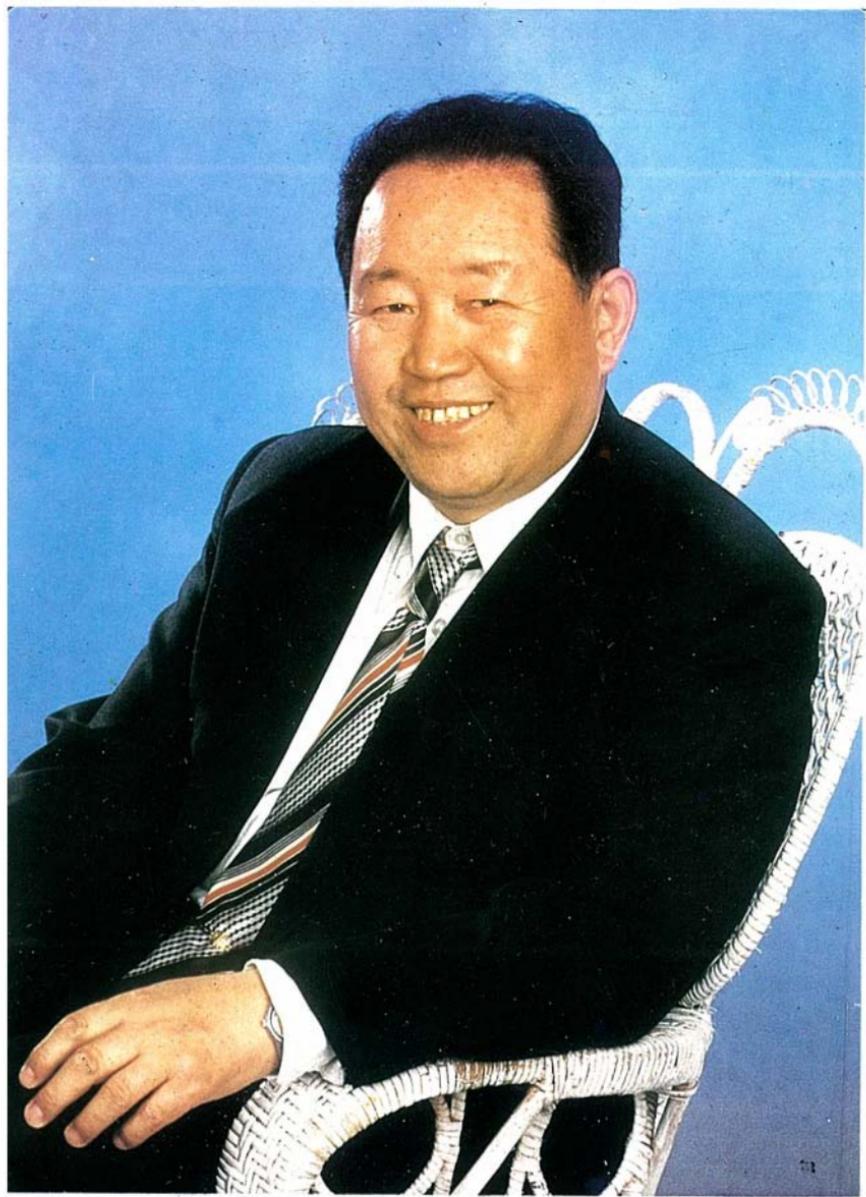
Переводчики

Ли Го Юй, Ху Чэжен Чен, Ли Иун Хун

© Объединенный институт геологии,
геофизики и минералогии СО РАН, 1993

ISBN 5-7623-0766-2

© Ли Го Юй, 1993



李国玉教授

ПРЕДИСЛОВИЕ

Нефтяная промышленность в Китае насчитывает уже более двух тысячелетий. Особенно интенсивно она начала развиваться в последний период. Если в 1949 г. добыча нефти в Китае составляла 120 тыс.т, то в 1988 г. она достигла 137 млн т, и Китай стал одной из ведущих нефтедобывающих стран, выйдя на пятое место в мире. Однако следует учитывать то обстоятельство, что в 80-е годы в некоторых странах добыча нефти значительно снизилась, и это также способствовало выходу Китая на столь высокое место.

Дальнейшее развитие нефтяной и газовой промышленности Китая вполне обеспечено запасами углеводородного сырья. Они постоянно приращиваются благодаря поисково-разведочным работам в малоизученных районах, составляющих 80% территории всех осадочных бассейнов страны.

С 1978 г. правительство КНР начало осуществлять политику сотрудничества с иностранными фирмами. Оно расширяется с каждым годом и распространяется на все сферы нефтяной промышленности, начиная с поисково-разведочных работ на суше и в море и кончая технологией разработки месторождений и переработки нефти и газа.

РАЗВИТИЕ НЕФТЯНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ КИТАЯ

Интенсивное развитие нефтяной промышленности Китая началось в 50-е годы. В 1949 г. на всей территории страны было известно только три нефтяных месторождения (Юймень, Душаньцзы и Яньчан) и два газовых (Шиюгоу и Шэндэншань в провинции Сычуань), имелось всего лишь восемь легких буровых установок и пятьдесят две пробуренных скважины, из которых добывалось 70 тыс.т. нефти в год. Еще 50 тыс.т. синтезировалось на заводах по производству искусственной нефти, расположенных на северо-востоке Китая. Во всей стране насчитывалось всего 8 тысяч рабочих и служащих, занятых в нефтедобывающей и нефтеперерабатывающей промышленности.

Перспективы дальнейшего развития нефтяной и газовой промышленности тогда были неясными. Не были оценены вероятные ресурсы, не были выделены перспективные районы. Однако расширяющиеся поисково-разведочные работы, преимущественно на северо-западе страны, вскоре дали хорошие результаты. В 1955 г. было открыто нефтяное месторождение Карамай, затем месторождения Яэрся (в районе Юймень), Лэнху (в провинции Цинхай), Лунъюисы (в провинции Сычуань) и др.

Самым большим событием 50-х годов явилось открытие месторождения Дацин во впадине Сунляо, где 26 сентября 1959 г. в скв.Сунди-3 был получен мощный приток нефти из песчаников мелового возраста. Это послужило началом ускоренного развития нефтяной промышленности Китая. Большие силы были привлечены к освоению этого месторождения. Разведанная площадь его составила более тысячи квадратных километров, а по запасам нефти оно является одним из крупнейших месторождений мира. Природные условия в данном районе весьма суровые; поэтому разведку и освоение Дацина пришлось вести, преодолевая многочисленные трудности.

В 60-е годы темпы развития нефтяной промышленности Китая значительно возросли, основные объемы работ переместились с северо-запада в густонаселенные восточные провинции с развитыми сельским хозяйством и промышленностью.

В эти же годы начата разведка, а затем и разработка нефтяных месторождений во впадине залива Бохай. Геологические условия этого

района сложнее, чем во впадине Сунляо. Они близки к условиям некоторых районов США (Калифорния, Мексиканский залив), где много продуктивных пластов и разнообразны и многочисленны тектонические нарушения. В невероятно сложных условиях впоследствии здесь были выявлены такие крупные месторождения, как Шенли, Дагань, Ляохэ. Район постепенно становится вторым по значению нефтедобывающим районом в Китае.

В этот период нефтяная промышленность Китая насыщалась многими видами современных технических средств. В 1969 г. добыча нефти в Китае достигла 21.7 млн т.

В 70-е годы нефтяная промышленность Китая переживала быстрое развитие. Если в 1970 г. в стране было добыто 30,6 млн т, то в 1978 г. - более 100 млн т, а в 1979 г. - 106 млн т. Средний годовой прирост добычи нефти в 70-е годы составил 7 млн т, а максимальный годовой прирост (в 1975 г.) - 13 млн т. Китай вошел в число ведущих нефтедобывающих стран мира.

Рост добычи нефти в 70-е годы обеспечивался в основном месторождением Дацин и группой нефтяных месторождений в районе залива Бохай (Шенли, Дагань, Ляохэ и др.)

В 1975 г. во впадине Хуабэй было открыто нефтяное месторождение Женчию. Оно связано с погребенным выступом весьма древних (синийских) карбонатных пород. Толщина нефтеносных пластов 500-800 м. Коллекторами являются трещиноватые известняки и доломиты с пористостью 3-5%. Максимальные суточные дебиты скважин достигают 5-6 тыс.т.

В 1977 г. на этом месторождении было добыто 11, а в 1979 и 1980 гг. - по 13 млн т нефти.

Поисково-разведочные работы на нефть в 70-е годы концентрировались в районе залива Бохай, потому что эффективность их была здесь наиболее высокой.

В 1978 г. правительство КНР взяло курс на открытую внешнюю политику. С этого времени нефтяные организации КНР начали сотрудничество с иностранными фирмами, в первую очередь по нефтеносности морских акваторий. Это важное событие в истории китайской нефтяной промышленности привело к формированию нынешней открытой обстановки в отношениях с другими странами и зарубежными нефтяными компаниями.

В начале 80-х годов добыча нефти в Китае понизилась на 5 млн т, со 106 млн т в 1979 г. до 101 млн т в 1981 г. Но с 1982 г. она вновь начала увеличиваться и в 1988 г. достигла 137 млн т.

Исходя из сложившейся обстановки и возникших задач, правительство КНР в 1983 г. приняло решение о начале нового периода в развитии нефтяной промышленности Китая.

В этот период в новых районах были сделаны важные открытия. Геологические запасы нефти быстро увеличиваются. В нефтеносном районе Шенли обнаружено крупное месторождение Гудун. Благодаря широкому применению цифровых сейсмостанций были открыты новые месторождения как в восточной части Китая, так и в зонах надвигов - в западной. Добыча нефти устойчиво возрасала. И в 1984 г. она достигла 114, а в 1985 г. - 124 млн т.

Сотрудничество с зарубежными компаниями в этот период быстро расширяется. По совместным морским нефтепоисковым работам с 31 компанией из 9 стран заключено 23 контракта. В районах Бохай, Бейбувань японо-китайские и франко-китайские фирмы обнаружили 11 нефтегазоносных структур. В районе Ингхай американо-китайская фирма открыла крупнейшее в Китае газовое месторождение, запасы которого оцениваются в 80-90 млрд м³. Уже подписан контракт по его разработке. Во впадине Джуцзянькио обнаружены новые высокодебитные месторождения.

В настоящее время в Китае нефть и газ известны в 19-ти провинциях, изучается и осваивается 16 нефтегазоносных районов, работают более тысячи буровых установок и 300 сейсморазведочных партий, в нефтяной промышленности занято 1,1 миллиона рабочих и служащих.

ГЕОЛОГИЯ НЕФТИ И ГАЗА КИТАЯ

Китай занимает значительную часть Восточной Азии. Его территория составляет примерно 9,6 млн км². По геоморфологическому строению ее можно подразделить на три крупных района. Первый - это Цинхай-Тибетское нагорье на юго-западе Китая. Здесь господствуют высоты над уровнем моря более 4000 м, вплоть до 8848 м на горе Джомолунгма - самой высокой горе на планете.

В этом районе протягиваются крупнейшие горные сооружения: Тянь-Шань, Куньлунь-Шань, Гималаи и др. Здесь берут начало великие китайские реки Янцзы и Хуанхэ, протекающие с запада на восток и впадающие в Тихий океан.

Второй район расположен к востоку и северу от Цинхай-Тибетского нагорья. В его пределах выделяются Юньнань-Гуйчжоуское нагорье и ряд бассейнов: Таримский, Сычуаньский и др. В этом районе высота над уровнем моря колеблется в основном в пределах 1000-2000 м.

Третий район - это восточная часть Китая, представляющая собой холмисто-равнинную местность с высотой над уровнем моря порядка 200-1000 м. В этот район входят Северо-Восточная и Северо-Китайская равнины, среднее и нижнее течение р.Янцзы и юго-восточный холмистый район.

Большая часть территории Китая расположена в двух северных климатических поясах: умеренном и субтропическом, в области влияния муссонов.

I. Региональная тектоника

Территория Китая расположена в восточной части Евразийской плиты. Ее специфический тектонический план обусловлен сжатием в результате столкновения Сибирского массива с севера, плиты Тихого океана с востока и Индийской плиты с юго-запада.

Китайская платформа разделяется на Корейско-Китайский, Таримский и Янцзыский блоки или плиты. На докембрийском фундаменте залегают палеозойские морские отложения. Платформа испытала каледонские и герцинские дислокации. После триаса и юры развивалась морская регрессия (с севера на юг). В результате этого и под влиянием блоковых нарушений сформировались континентальные седиментационные бассейны в основном мезозойского возраста.

Раздвиг между Китайско-Корейским и Янцзыским блоками происходил в течение всего палеозоя, а на западе продолжался вплоть до триаса, вследствие чего там образовалась Циньлинская геосинклинально-складчатая зона.

Между Китайской платформой и Сибирским массивом протягивается Среднеазиатско-Монгольская геосинклинально-складчатая система, состоящая на территории Китая из Алтайской, Тянь-Шаньской и Больше-Хинганской складчатых систем. Эти системы, образовавшиеся за

счет столкновения Китайской платформы и Сибирского массива и осложненные герцинскими движениями, спаяли упомянутые платформу и массив в единое тело.

Юго-западная часть Китая расположена в геосинклинально-складчатой системе Тетис, которая, начиная с палеозоя, наращивалась в южном направлении. К югу складчатые зоны сменяются все более молодыми (каледонская Циньлинская, герцинские Куньлуньская и Сунпан-Ганьцзи-Индийская, мезозойская Юньнань-Тибетская и третичная Гималайская) и, наконец, причленяются к Индийской платформе.

К востоку от Китайской платформы расположена Тихоокеанская геосинклинально-складчатая система, в пределах которой выделяются Южно-Китайская каледонская складчатая зона и Юго-Восточная прибрежная герцинская складчатая зона.

Начиная с юрского периода, юго-западная часть Тихоокеанской плиты испытывала интенсивное погружение. Благодаря этому вдоль западного побережья Тихого океана накопились вулканогенные отложения.

В раннетретичное время возникла Тайваньская геосинклинально-складчатая зона, а по трансформным разломам образовался ряд седиментационных бассейнов. В поздне-третичное время в западной части Тихого океана сформировались крупные желоба. Например, один из них протягивается вдоль Окинавы во внешней части Восточно-Китайского моря, другой - в Южно-Китайском море.

Описанный выше геотектонический план территории Китая контролирует размещение нефтегазоносных бассейнов, которые по геотектоническим признакам разделяются на четыре группы:

а) седиментационные бассейны на древних платформах, например, Ордос и Сычуань;

б) бассейны на блоках, опущенных по разломам, сформировавшиеся после консолидации геосинклинально-складчатых зон, например, бассейны Сунляо и Джунгария;

в) бассейны на блоках, опущенных по разломам в фундаментах древних массивов, например, бассейны Цейдам и Тарим;

г) третичные бассейны в восточной части Китая, образовавшиеся благодаря растяжению и погружению по блокам под влиянием движения плиты Тихого океана (бассейны Северо-Китайский, Цзяньхань и Субэй, расположенные на Китайской платформе), а также бассейны, наложенные

на более древние складчатые зоны (Наньянь, Бейбувань, Тайвань и Джуцзянькио).

2. Условия образования нефти и газа

Высокая оценка перспектив нефтегазоносности Китая, которая обсуждается в третьем пункте, в значительной мере определяется следующими основными условиями образования нефти и газа:

а) большие толщины всего осадочного выполнения бассейнов и имеющих в них нефтематеринских толщ: первые обычно колеблются от 4 до 8 тыс.м, достигая максимум 14 тыс.м; для вторых эти значения составляют соответственно 300-500 и 3000 м;

б) высокие содержания органического вещества в нефтематеринских породах: в морских отложениях около 1%, в пресноводных - 1-1,7%, местами до 2,25%;

в) высокий геотермический градиент, благоприятный для преобразования органического вещества; в восточной части Китая он колеблется в пределах 2,5-4,5⁰ С/100м, а в западной - 2,3-2,7⁰ С/100м.

Таблица 1

Информация о толщинах осадочных толщ
в основных бассейнах Китая

Бассейн	Толщина	
	осадочных пород, тыс.м	нефтематеринских толщ, м
Бохайвань	8-10	1000-1600
Сунляо	6	500
Джунгария	5-12	1500-2500
Ордос	4-5	500
Сычуань	6-14	200

3. Потенциальные ресурсы нефти и газа в Китае

При оценке потенциальных ресурсов нефти и газа следует учитывать ряд обстоятельств:

3.1. Потенциалы нефти и газа Китая и США можно сравнить по площадям распространения осадочных пород, по геотектоническим

условиям и истории развития осадочных бассейнов, а также по типам залежей нефти и газа.

В США нефтяная промышленность уже пережила пик своего развития. В стране пробурено более трех миллионов скважин в осадочных бассейнах общей площадью 8,3 млн км² с доказанными извлекаемыми запасами нефти в 26 млрд т. Из них 22 млрд т уже добыто и 4 млрд т осталось. Прогнозные извлекаемые запасы нефти составляют 14 млрд т. Максимальная годовая добыча нефти в США составила 530 млн т в 1970 г. В последнее время добыча нефти в США поддерживается на уровне 400 млн т, а добыча газа - 400 млрд м³ в год.

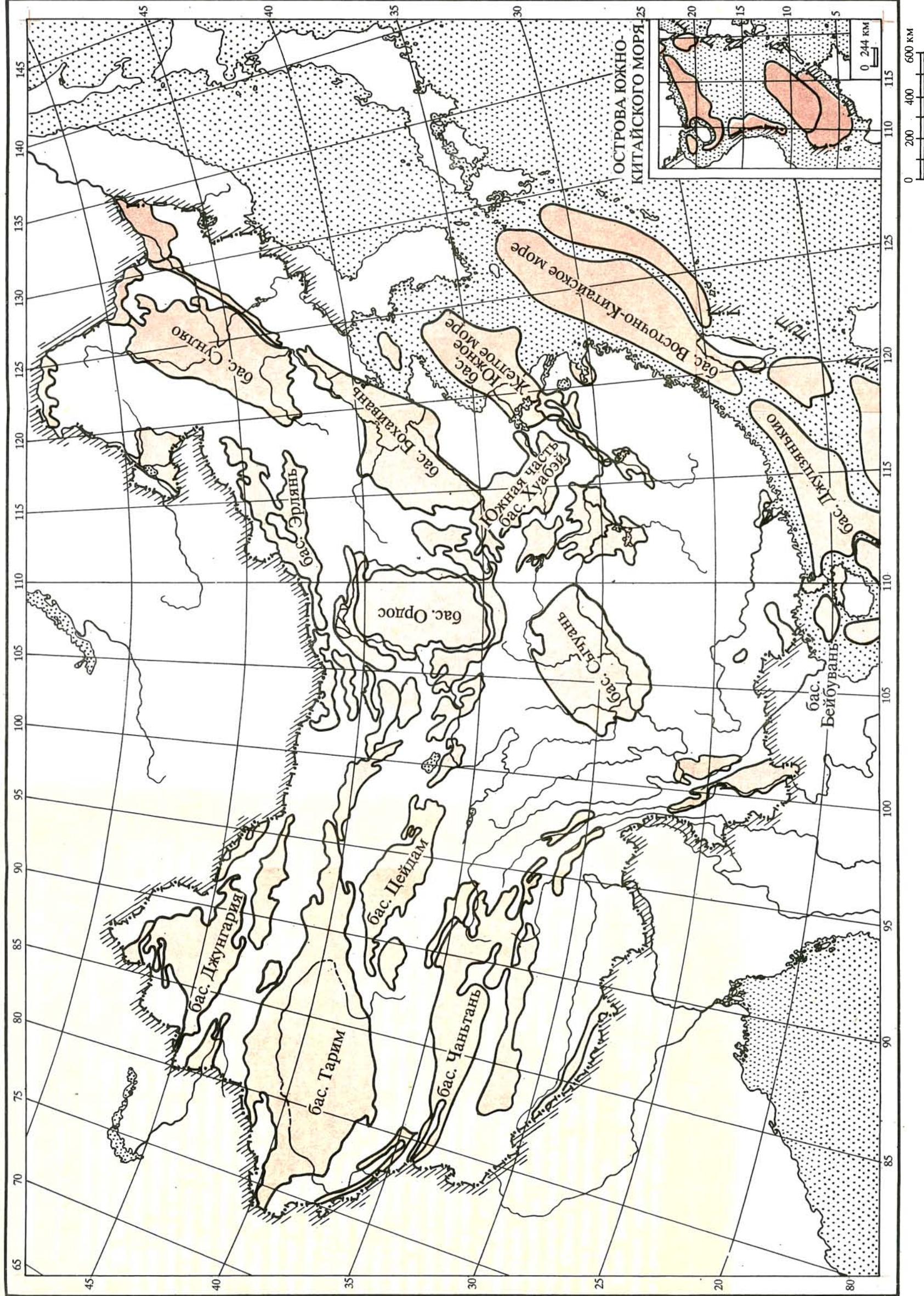
В Китае суммарная площадь осадочных бассейнов составляет 6,2 млн км², пробурено 94 тыс. скважин, всего добыто 1870 млн т нефти. В 1988 г. было добыто 137 млн т нефти и 14,5 млрд м³ газа. Исходя из приведенного сравнения, можно заключить, что нефтегазовый потенциал Китая близок к потенциалу США, но пик развития нефтяной и газовой промышленности страны еще впереди.

3.2. Поисково-разведочные работы на нефть в Китае начаты сравнительно недавно. Пробурена только 21 тыс. скважин, в среднем одна скважина на 230 км². Опоискованная территория составляет всего лишь 13% всей площади осадочных бассейнов страны. Вовлеченные недавно в поисково-разведочные работы площади в сумме составляют 20% площади осадочных бассейнов, а 80% этой площади еще предстоит исследовать. Например, очень мало работ проведено в Таримском бассейне, который можно считать одним из крупнейших в мире. Его площадь оценивается в 560 тыс.км².

3.3. В Китае широко распространены крупные континентальные осадочные бассейны. Они характеризуются большой толщиной осадочного выполнения, богатого органическим веществом, высокими геотермическими градиентами. В них уже открыты нефтяные и газовые месторождения разнообразных типов, с большим количеством продуктивных горизонтов, с хорошими коллекторами и высокими дебитами скважин.

3.4. В Китае широко распространены также и палеозойские осадочные толщи, в основном морские. В одних районах они выходят на поверхность земли, в других - залегают на тех или иных глубинах. Общая площадь их распространения оценивается в 3 млн км². Это важный резерв для последующих поисково-разведочных работ на нефть и газ.

КАРТА НЕФТЕГАЗОНОСНЫХ БАССЕЙНОВ КИТАЯ



ОСНОВНЫЕ НЕФТЕГАЗОНОСНЫЕ БАСЕЙНЫ КИТАЯ

Краткая характеристика основных нефтегазоносных бассейнов Китая приведена на вклейке 1 и в табл.2, 3.

На территории Китая на суше общая площадь всех осадочных бассейнов составляет 4,24 млн км². Кроме того, осадочные бассейны имеются на континентальном шельфе в пределах окраинных морей, прилежащих к китайской суше. Толщина осадочных пород в бассейнах Китая изменяется в интервале 4-14 тыс.м, но в отдельных случаях и больше. Их общий объем оценивается в 20 млн км³, что свидетельствует о высоких перспективах нефтегазоносности.

Всего на территории Китая выделяется 236 седиментационных бассейнов. Крупнейший их них - Таримский. В этих бассейнах нефтегазоносные горизонты выявлены почти во всех системах от синийской до четвертичной включительно. Они образуют два больших нефтегазоносных комплекса.

Первый нефтегазоносный комплекс развит в юго-западной и северной частях Китая. Он представлен палеозойскими и синийскими морскими карбонатными отложениями. В бассейне Сычуань в этом комплексе открыты газовые месторождения с продуктивными горизонтами синийского, каменноугольного, пермского и триасового возраста. Кроме того, на севере Китая в синийских и нижнепалеозойских карбонатных породах, несогласно перекрытых третичными отложениями, выявлены высокопродуктивные нефтяные залежи. К таковым, вероятно, относится месторождение Женчию.

Второй нефтегазоносный комплекс представлен континентальными мезозойско-кайнозойскими терригенными толщами, образующими специфические для Китая нефтегазоносные седиментационные бассейны. В этом комплексе обнаружено 160 месторождений (большей частью нефтяных) в районах Дацин, Шенли, Дагань, Юймень и Карамай. Эти месторождения связаны с ловушками различных типов: антиклинальными, тектоническими, литологическими, стратиграфическими и др.

Ниже рассматриваются общие черты геологического строения, особенностей поисково-разведочных работ и разработки месторождений нефти и газа в девяти крупных седиментационных бассейнах.

Классификация нефтегазоносных

Классификация по возрасту осадочных толщ	
Тип	Бассейн
Осадочные бассейны мезозойско-кайнозойские	Сунляо Хайлар Иланитун Эрлянь Цейдам Диюциуань Восточно-Китайское море Джуцзянькио
Осадочные бассейны палеозойские и докембрийские	Районы Тянь-Чиань-Гуы
Комбинированные осадочные бассейны фанерозойские	Бохайвань Субэй Сычуань Ордос Тарим Южное Желтое море
Смешанный разрывно-сжатый	Сычуань Ордос

Классификация по геотектоническому положению		
Плита	Фундамент	Бассейн
Бассейны внутри плит	Платформенный	Бохайвань Южная часть бас. Хуабэй Сычуань Ордос Тарим Южное Желтое море
	Предгорный	Диюдун Диюси Минлой
	Срединно-массивный	Сунляо Цейдам Джунгария Тулуфань
	Межгорный	Хайлар Синьцзян Иланитун Эрлянь
Бассейны континентального края	Междуговой Задуговой	Окинава Восточно-Китайское море Джуцзянькио Ингдай Бейбувань
	Преддуговой	Тэдун

бассейнов Китая

Классификация по характеру напряжений	
Тип	Бассейн
Разрывный	Сунляо Бохайвань Джуцзяньки
Сжатый	Тарим Джунгария Цейдам Диюси
Смешанный разрывно-сжатый	Сычуань Ордос

Классификация по характеристике погружения	
Тип	Бассейн
Разломно-погруженный	Бохайвань Эрлян Субэй Цзяньхань
Прогибный	Сычуань Ордос Джунгария
Смешанный разломно-опущенный погруженный прогибный	Сунляо Тарим

Бассейн Сунляо

Площадь бассейна 260 тыс.км². Складчатое основание его герцинское, прорванное гранитами яншаньской фазы. Формирование бассейна связано с движениями блоков по разломам в яншаньскую фазу. В позднеюрскую эпоху началась седиментация, а в меловой период образовался озерный бассейн, в котором накопилась осадочная толща в 4-5 км, в том числе 1 км глинистых пород с содержанием $C_{орг}$ 2,2-2,4% и отношением $УВ/C_{орг}$ 0,06-0,07, что свидетельствует о высоких нефтематеринских свойствах этих пород. В это же время отлагались речные и дельтовые осадки, благодаря чему образовалось благоприятное для формирования нефтяных залежей сочетание нефтематеринских пород, коллекторов и изолирующих покровов.

Таблица 3

Нефтегазоносные свиты в главных нефтегазоносных районах Китая

Группа	Система	Отдел	Индекс	Нефть и газ (н, г)	Эффективная толщина продуктивных пластов, м	Литология	Бассейн	Примеры месторождений	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Кайнозойская	Четвертичная Верхнетретичная Нижнетретичная	Голоцен, Пleistocen, Миоцен Олигоцен	Q	н, г	15	Песчаник	Цейдам	Яньху	
			N ₁ N ₂ P ₃	н, г н н н н н	16 40 7 16 12 -	" " " " " "	Тарим Бохайвань Наньян Цзянсу Цзянхэнь Цейдам Восточно-Китайское море	Кокоя Пэнто Быгон Джену Банчань Хуаутао Пинху	
Мезозойская	Меловая Юрская	Эоцен Палеоцен Верхний Нижний Верхний Средний	P ₂	н н н н	20 26 22 52	" " " "	Бохай Джунцзянькио Динхай Вейбувань	Доконой Дуфен-13 Д-13-1 Вы-10-3	
			P ₁	н н н	72 75 7 9 56	" " " " "	Сунляо Целувань Цейдам Ордос Сычуань	Ламатигань Эрся Дунху-3 Малин Лунбэйюсы	
			K ₂ K ₁ J ₃ J ₂	г н н н		Ракушечник			
			J ₁	н	12	Песчаниковый конгломерат	Джун ария	Карамай, район мелких скважин-9	

В этом бассейне находится крупнейшее Дацинское нефтяное месторождение, связанное с антиклинальной ловушкой. Коллекторы высокого качества. Они представлены достаточно толстыми песчаными телами, развитыми на большой площади. Залежи расположены на небольшой глубине (750 - 1200 м). Нефти парафинистые. Годовая добыча нефти на этом месторождении составляет 50 млн т, т. е. около половины добычи во всем Китае.

В 1975 г. для этого месторождения была поставлена задача поддерживать годовую добычу на уровне 50 млн т в течение десяти лет. Эта задача была выполнена: за десять лет добыто 510 млн т. В результате детальных исследований на данном месторождении были приращены запасы, что дало возможность поставить новую задачу: поддержать годовую добычу нефти на уровне 50 млн т еще десять лет, начиная с 1986 г.

Нефтегеологические условия бассейна Сунляо сравнительно простые. Преобладают ловушки антиклинального типа. Только в последние годы выявлен ряд литологических ловушек. Если в прошлом продолжительное время основное внимание уделялось капитальному строительству и добыче нефти, а поисково-разведочные работы сокращались, то в последние годы они усилились. Это привело к открытию новых нефтяных месторождений (Чаояньгоу, Саньчжао, Фууй, Синьли, Мутао, Хунганьцзы и др.). Скважина-51 Чаояньгоу дала суточный дебит 25 м³ нефти через штуцер 18 мм из песчаного пласта толщиной 3,8 м, залегающего на глубинах 707-800 м.

Таким образом, в бассейне Сунляо не только выявлено крупнейшее в Китае нефтяное месторождение, годовая добыча на котором составляет более 40% от добычи по всей стране, но и, судя по его огромному потенциалу, имеются большие перспективы развития нефтяной промышленности в будущем.

Северо-Китайский бассейн

Площадь бассейна 310 тыс.км². Это второй по масштабам нефтедобывающий район в Китае. Он является кайнозойским бассейном типа растяжения и блокового опускания. В его пределах имеются поднятия и прогибы с дотретичным основанием. Прогибы выполнены третичными отложениями толщиной 3-5 км, частично морскими. Третичное осадконакопление в начальный этап часто сопровождалось

оживлением разломов, а в поздний этап развивалось опускание, обусловившее трансгрессивное залегание.

В нижней части разреза третичных отложений имеются очень хорошие нефтематеринские глинистые породы толщиной до 1800 м. Основной коллектор - песчаник с высокими фильтрационно-емкостными свойствами. Нефтяные и газовые залежи в основном связаны с антиклиналями, осложненными сингенетичными разломами. Типичные примеры - залежи Шэнтэ, Линь, Ганьдун в нефтяном районе Дагань. Встречены также залежи других типов: связанные со сжатыми антиклиналями, расположенными на приподнятых выступах фундамента (например, залежь Силунтэй в нефтеносном районе Ляохэ и залежь Гудао в провинции Шаньдун), образованные за счет воздымания глинистых и галечниковых пластов в центральных частях прогибов (залежь Дунсин в провинции Шаньдун), в кавернозно-трещиноватых карбонатных коллекторах, приуроченных к погребенным дотретичным выступам, в которые нефть и газ нижнетретичного возраста мигрировали из прилегающих прогибов (например, месторождение Женчию в провинции Хэбэй). Открыты и другие небольшие тектонически и литологически экранированные залежи нефти и газа.

В период седьмого пятилетнего плана этот бассейн (в особенности месторождения Шенли, Джунюань, Ляохэ и Дагань) мог в основном обеспечить развитие нефтяной промышленности.

Месторождение Шенли расположено в Ди-Яньском прогибе. Площадь его 26 тыс. км². В 1985 г. на этом месторождении добыто 27 млн т нефти. Оно является вторым среди крупнейших месторождений Китая. В последние годы здесь открыты новые месторождения, в том числе крупное месторождение Гудун. Продуктивные горизонты здесь толстые, распространенные на больших площадях. Скважина То-110 из двух пластов в интервале 1,7 м (глубины 2555,8 - 2553,5 м) дала приток с суточным дебитом 93 м³ через штуцер в 8 мм. В результате этих открытий увеличились запасы и добыча нефти. Типы выявленных здесь залежей весьма разнообразны: тектонически экранированные, антиклинальные, связанные с биогенными породами, вулканическими и даже с гранитами.

Месторождение Ляохэ расположено во впадине площадью 11 тыс. км². Приподнятые районы занимают в ней 6 тыс. км². Небольшая по площади (700 км²), но богатая нефтеносная область приурочена к прогибу Даминьтун, который находится в северной части впадины. Мощность нефтеносных горизонтов достигает здесь нескольких сотен метров. В скв.

Дин-2 из одного песчаного горизонта (11 м) третичного возраста с глубины 1720 м получен приток в 231 м³/сут. Встречена залежь нефти и в гранитах.

Месторождение Хуабэй расположено во впадине площадью 25 тыс.км². В этом же районе находится известное месторождение Женчию, связанное с погребенным выступом. Выявлены и другие месторождения такого же типа. В скв. Гу-2 из ордовикских карбонатных пород получен приток нефти дебитом 600 м³/сут. через штуцер 15 мм. В последние годы в пермских отложениях выявлены крупные месторождения газа. Этот большой успех позволит обеспечить газом столицу Китая - Пекин.

Площадь нефтяного месторождения Дагань достигает 11 тыс.км². Открыто также нефтегазоконденсатное месторождение Баньчао, характеризующееся высококачественной нефтью и хорошими дебитами скважин, месторождение Бэйдагань и другие.

В общем Северо-Китайский бассейн играет первостепенную роль в приросте запасов и добычи нефти по стране в целом.

Бассейн Ордос

Площадь бассейна Ордос (или Шань-Гань-Линь) составляет 330 тыс.км², включая краевой третичный прогиб. Толщина осадочного выполнения достигает 6000 м. Тектоническое строение простое: общее пологое моноклинальное залегание осложнено пологими носообразными структурами. Палеозойские отложения морские карбонатные, а мезозойские - песчано-глинистые континентальные (в основном озерные). Первые образуют нижний тектонический этаж, а вторые - верхний.

Продуктивны юрские и верхнетриасовые речные песчаники толщиной 3 - 10 м. Коллекторские свойства их неважные: пористость 15-20%, проницаемость до нескольких десятых долей мкм². Близлежащие озерные глины, очевидно, являются нефтематеринскими. Нефтяные месторождения связаны преимущественно с литологическими и стратиграфическими ловушками на моноклиналях и носообразных структурах.

Первая нефтяная скважина в Китае была пробурена в этом бассейне, в восточной его части, на Яньчанском месторождении. Продуктивны здесь верхнетриасовые коллекторы на глубинах 60-300 м. Всего на этом месторождении пробурено более тысячи скважин. Суточные дебиты их

составляют в среднем лишь несколько сотен килограммов. Позднее в западной части бассейна были открыты залежи нефти в нижнеюрских речных песчаниках (месторождения Малин, Хуньцзиньцзы и др.).

Последние годы ознаменовались двумя выдающимися достижениями.

Первое - это открытие нового нефтяного месторождения в районе Аньсай (восточная часть бассейна). Продуктивна яньчанская свита, развитая на большой площади и залегающая на сравнительно малой глубине. Например, в скважинах Сай-85 и Чань нефтеносные пласты вскрыты в интервале 964-965м. Два опробованных пласта общей мощностью 4 м при насосной добыче с 700 м дали приток нефти 20 м^3 и воды 1 м^3 .

Второе - это получение газового фонтана ($100 \text{ тыс. м}^3/\text{сут}$) из отложений пермо-карбона в западной части бассейна, в горной местности Люпаньшань, в надвиговой зоне. Судя по анализу, это угольный газ, что благоприятно для развития здесь газовой промышленности.

Годовая добыча нефти по всему рассмотренному бассейну пока находится на уровне 1,5 млн т.

Бассейн Сычуань

Площадь бассейна 180 тыс. км^2 . Толщина осадочного выполнения его 5-12 тыс.м. Палеозойские отложения преимущественно морские карбонатные, триасовые - полифациальные, а юрские и меловые - полностью континентальные, терригенные. В яньшанскую тектоническую фазу образовались многочисленные крупные и мелкие антиклинальные складки. С ними и связано большинство залежей нефти и газа. На нефтяных месторождениях продуктивны ракушечные известняки и песчаники, на газовых - карбонатные породы синийского, ордовикско-кембрийского, каменноугольного, пермского и триасового возраста. Имеются коллекторы разных типов: трещиноватые, кавернозные, гранулярные.

В течение длительного периода поисково-разведочных работ выявлено более десяти нефтяных месторождений. Все они расположены в центральной части бассейна. Продуктивные пласты представлены трещиноватыми песчаниками и ракушечными известняками толщиной по 3-5 м. Суточные дебиты скважин варьируют от единичных тонн до

нескольких сотен тонн. И они быстро снижаются в ходе функционирования скважин. Ныне имеется 800 нефтяных скважин.

История изучения газоносности бассейна Сычуань насчитывает более двух тысяч лет. Основные газодобывающие центры как бы постепенно перемещаются. Первые газовые промыслы были расположены в районе г.Ченьду г.Чуньцин - в восточной. В 60-х годах газовая промышленность развивалась в основном в южных районах, где дебиты из триасовых и пермских коллекторов достигали 5-6 млн м³/сут. В 70-х годах были выявлены высокопродуктивные газоносные горизонты в каменноугольных отложениях на западе и востоке бассейна. Залежи приурочены к узким длинным крутым складкам.

На Вэйюаньском месторождении продуктивны синийские доломиты, на Волунхэском газоносные пласты встречены в большом стратиграфическом диапазоне: от карбона до триаса.

Бассейн Сычуань является крупнейшим газоносным районом Китая. В нём уже имеется три тысячи газовых скважин. Принимаются меры к дальнейшему усилению поисково-разведочных работ на газ, расширяется сотрудничество с иностранными компаниями, нанимаются сейсмические партии, получена новая информация по зоне надвигов в западной части бассейна.

Бассейн Джунгария

Бассейн расположен в провинции Синьцзян, севернее хребта Тянь-Шань. Его площадь 130 тыс.км². В тектоническом плане это моноклираль, погружающаяся в юго-восточном направлении. Бассейн выполнен континентальными отложениями от пермского до мелового возраста общей толщиной 14 тыс.м. Нефтематеринские породы представлены пермскими глинистыми отложениями, развитыми в центральной части бассейна. Нефть мигрировала по поверхности несогласия и накопилась в линзах песчаников и конгломератов верхнепермского, триасового и юрского возраста.

Таким образом на северо-западном крае бассейна сформировалось крупное нефтяное месторождение Карамай, открытое стратиграфически экранированные залежи на моноклинали. Продуктивные пласты залегают на глубинах 400-1600 м. Месторождение находится в зоне разломов Карамай-Урхо. В последние годы поисково-

разведочными работами выявлено, что эта зона надвигов протягивается на 250 км при ширине 20 км. Общая площадь ее около 6 тыс. км².

Всего обнаружено 5 нефтеносных свит. Они рассредоточены в каменноугольных и пермских отложениях. Местами общий интервал нефтеносности достигает 800-900 м. Недавно закончено бурение скв.ГУ-37 глубиной 2010 м. При испытании двухметрового пласта каменноугольного возраста в интервале 605-698 м здесь получены 527 т нефти и 1200 м³ газа на штуцере 5 мм. Кроме того, обнаружены высококачественные вязкие нефти.

Перспективы развития нефтяной промышленности в этом бассейне весьма благоприятные. Здесь развиты разнообразные ловушки. Наиболее интересные из них – взрывные зоны и антиклинали. Уже закартировано более 150 локальных структур, на 45 структурах пробурены поисковые скважины, на 17 выявлены нефте- и газопроявления. За последнее время открыто 8 нефтяных месторождений. Одно из них на востоке бассейна.

В настоящее время поисково-разведочные работы проводятся в больших масштабах. Можно надеяться, что здесь будет создана еще одна мощная база нефтяной промышленности.

Бассейн Тарим

Бассейн представляет собой крупнейшую внутриконтинентальную впадину Китая. Общая площадь ее 560 тыс. км². Фундамент сложен докембрийскими породами, полого залегающий платформенный чехол – палеозойскими. Края бассейна осложнены мезозойско-кайнозойскими предгорными прогибами. В них толщина осадочных пород достигает 10 тыс. м и более. Имеются складчатые структуры.

Синийские и палеозойские отложения преимущественно морские карбонатные, а мезозойские и кайнозойские – в основном континентальные кластические. В юго-западной части бассейна меловые и третичные отложения морские, а в северной части в нижнетретичных отложениях развиты эвапоритовые породы толщиной 300-900 м. Здесь имеется ряд соляных куполов.

В этом бассейне хорошими нефтепроизводящими свойствами обладают каменноугольные, пермские, триасовые, юрские, меловые и нижнетретичные отложения. В последние годы занимавшиеся нами американские сейсмические партии выявили крупные антиклинали и стратиграфические несогласия. Полученные данные свидетельствуют о

благоприятных геологических условиях для успешных поисково-разведочных работ на нефть и газ.

Таримский бассейн расположен в пустыне Такло-Макан. В переводе это означает "можно войти, но нельзя выйти". Многие тысячелетия люди, действительно, входили в эту пустыню, но редко выходили из нее. Но с помощью современного оборудования мы завоевали эту пустыню и сейчас можно свободно входить в нее и выходить обратно. Очень важно, что в центре бассейна найдена пресная вода.

Бассейн богат нефтью. На поверхности выявлено более ста проявлений нефти и газа в песчаниках, а также в ордовикских и силурийских кавернозных известняках. Закартировано более 130 локальных структур. На 41 из них пробурены скважины. Открыто нефтяное месторождение Исиклик (продуктивны верхнетретичные песчаники), газоконденсатное месторождение Кокоя и нефтегазовое месторождение Табэй. На месторождении Кокоя первоначальный суточный дебит нефти достигал 1800 т, газа - 1,8 млн м³. Это свидетельствует о высоких потенциальных возможностях бассейна.

Мы считаем, что будущее развитие нефтяной промышленности Китая в большой мере связано с Таримским бассейном.

Бассейн Цейдам

Этот бассейн расположен в пределах Цинхай-Тибетского нагорья. Он окружен герцинскими хребтами с докембрийским складчатым основанием. Площадь бассейна 120 тыс.км². Общая толщина континентальных отложений превышает 10 тыс.м. В основном это третичные отложения, представленные переслаивающимися толстыми пачками эвапоритовых пород и мергелей. Имеется пояс грабенвидных прогибов, заполненных юрскими и меловыми отложениями.

Нефтематеринскими отложениями являются третичные и юрские озерные толщи, а коллекторами - третичные пролювиальные песчаники, а также юрские трещиноватые глины и песчаники.

Природные условия на территории бассейна очень суровые, поэтому основную базу разведки перенесли в город Дунхуань, оставив в бассейне небольшую часть коллектива поисково-разведочной организации.

К настоящему времени в бассейне по поверхностным отложениям выявлено более 100 антиклиналей, образующих сжатые антиклинальные

зоны. На первом этапе поисково-разведочных работ открывались только мелкие нефтяные месторождения в верхнетретичных отложениях.

В последние годы открыты высокодебитные месторождения в глубоководных нижнетретичных отложениях (Лэнху, Казкулэ и др.). Суточные дебиты скважин составляют 30-50 т, а на структуре Наньшиан в центральной части бассейна - даже сотни тонн. Толщина продуктивных пластов достигает 20-30 м. Основные нефтяные месторождения - Лэнху, Казкулэ и др. В этом бассейне отмечается редчайшее геологическое явление: в центральной части его открыто газовое месторождение, на котором продуктивны неуплотненные четвертичные песчаники. Можно ожидать, что в этом бассейне будут открыты новые нефтяные и газовые месторождения.

Бассейны на континентальном шельфе

Общая протяженность морского побережья Китая превышает 18 тыс.км. Общая площадь континентального шельфа с глубинами моря до 200 м составляет 1,3 млн км². На китайской части континентального шельфа имеется 6 крупных мезозойско-кайнозойских седиментационных бассейнов: Южное Море, Восточное Море, Западный Тайвань, Джужзянькио, Ингхай и Бейбувань.

По решению правительства КНР с 1979 г. осуществляется сотрудничество с зарубежными компаниями в области поисков, разведки и разработки месторождений нефти и газа на акваториях Китая. Проведен большой объем сейсморазведочных работ и глубокого бурения. Показано, что морские осадочные бассейны по характеру осадочного выполнения, тектоническому строению, типам залежей нефти и газа сходны с внутриконтинентальными бассейнами.

Выявлено большое количество тектонических структур, перспективных на нефть и газ, и уже открыты первые месторождения. В районе Бохэй вступило в разработку с проектной годовой добычей 500 тыс.т. В последние годы открыты нефтяные месторождения в песчаниках и известняках третичного и ордовикского возраста с суточными дебитами скважин до сотен тонн. В районе Ингхэй открыто газовое месторождение. В августе 1983 г. из скв. Иа-N13, пробуренной американской фирмой АРКО, ударил газовый фонтан с дебитом 1,2 млн м³/сут. Площадь газоносности 25 км², толщина

газонасыщенных коллекторов 200 м. Предполагается, что здесь возможно развитие газодобывающей промышленности.

Во впадине Джуцзянькио до конца 1985 г. пробурено 25 поисково-разведочных скважин, выявлено 4 нефтеносных структуры, в 6 скважинах получены притоки нефти, в 8 - наблюдались нефтепроявления. Следовательно, в среднем на каждые восемь скважин приходится одна нефтяная. Недавно законченная скв.Хуйчжоу 21-1-1 дала в сутки 2311 м³ нефти и 730 тыс. м³ газа (без серы). До этого скв.Хуйчжоу 33-1-1 давала приток нефти в 372 т/сут. Видимо,это перспективный нефтегазоносный район.

Ряд открытий сделан во впадине Бейбувань. Здесь пробурена 21 скважина, в 9 из них получены притоки нефти. Некоторые нефтяные месторождения уже вступили в эксплуатацию.

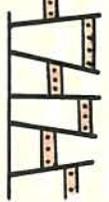
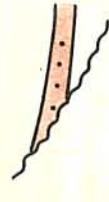
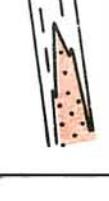
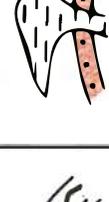
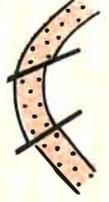
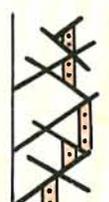
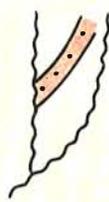
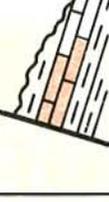
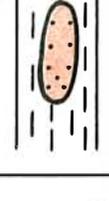
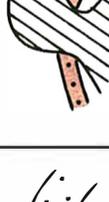
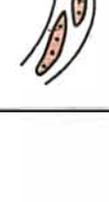
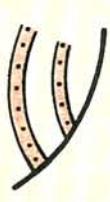
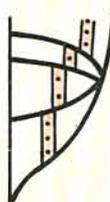
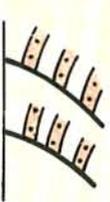
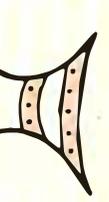
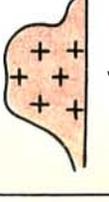
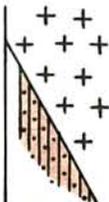
Впадина Западный Тайвань

Эта впадина относится к типу задуговых впадин островов запада Тихого океана. Восточной границей является Центральный хребет о-ва Тайвань, сложенный третичными метаморфическими породами. Выступ Пунху-Байгань, погружающийся в восточном направлении, разделяет впадину на две части: Тайваньский прогиб на юге и Синчжу-Тайчжунский прогиб на севере.

На западном континентальном шельфе имеются нижнетретичные отложения толщиной 100-200 м. Они представлены вулканогенными песчаниками и сланцами. Верхнетретичные отложения толщиной 4-5 тыс. м залегают трансгрессивно на более древних породах, вплоть до нижнетриасовых, область питания которых находилась к северо-западу. В северной части впадины эти отложения представлены мелководно-морскими прибрежными песчаниками и сланцами, чередующимися с углями, а в южной - глубоководно-морскими сланцами с прослоями глинистых песчаников.

Поисково-разведочные работы на нефть и газ в этой впадине проводятся довольно давно. В западной части ее открыты залежи нефти и газа в палеогеновых песчаниках. К настоящему времени выявлено 14 месторождений, в основном газовых. Крупнейшие из них связаны с песчаниками Далу (средний миоцен). Наконец, в последние годы несколько нефтяных и газовых месторождений, приуроченных к антиклиналям и литологическим ловушкам, обнаружено в море Гаоскин.

КЛАССИФИКАЦИЯ ЗАЛЕЖЕЙ НЕФТИ И ГАЗА

Антиклинальные	Блочные	Стратиграфические	Погребенные выступы	Литологические	В трещиноватых породах	Диapiroвые	Гидравлические	Синклинальные	Асфальтово-экранные
 1	 1	 1	 1	 1	 1	 1	 1	 1	 1
 2	 2	 2	 2	 2	 2	 2		 2	
 3	 3	 3	 3	 3	 3	 3			
 4	 4	 4	 4	 4					
 5	 5	 5	 5	 5					
 6	 6	 6	 6	 6					
	 7		 7						
	 8		 8						

КЛАССИФИКАЦИЯ ЗАЛЕЖЕЙ НЕФТИ И ГАЗА

Предлагаемая нами классификация залежей нефти и газа отражает их генезис, а также форму и литологические особенности резервуаров. Поэтому она представляет интерес и для теории нефтеобразования, и для нефтегазопроисковой практики. Она разработана на базе обширного фактического материала по многим нефтегазоносным районам мира. Материалы по Китаю использованы наиболее полно. Выделено 10 групп залежей, а в их составе 44 подгруппы. Классификация показана на вклейке 2 и в табл.4. Номера подгрупп в таблице и на рисунке совпадают.

До 1964 г. поисково-разведочные работы проводились на основе антиклинальной теории в предгорных и межгорных впадинах. В ходе этих работ открыт ряд антиклинальных залежей нефти и газа.

Начиная с 1964 г. основные поисково-разведочные работы переводились из бассейна Сунляо в бассейн Бохайвань, представляющий собой разломную впадину. Здесь открывались главным образом блоковые залежи нефти и газа, как, например, на нефтяном месторождении Дунсин в прогибе Ди Ян. Его площадь 210 км². Оно разделено 210 разломами на 180 блоков. Многолетними поисково-разведочными работами доказано, что нефтеносны только 104 блока. Рядом было открыто нефтяное месторождение Шинтао с менее сложным строением.

В 1975 г. открыто нефтяное месторождение Женчию, связанное с погребенным выступом. Позднее в той же впадине выявлено большое количество нефтяных месторождений в разнообразных выступах верхнепротерозойских, палеозойских и мезозойских пород. Во впадине Сычуань многие газовые залежи сформировались в трещиноватых породах. В бассейне Ордос после 1970 г. интенсивными поисково-разведочными работами обнаружены литологические нефтяные залежи в русловых песчаниках.

Во впадинах Джунюань, Цзянхань, Ингхай открыты нефтяные месторождения, связанные с соляными и глиняными куполами. Наконец, выявлены нефтяные залежи в надвиговых зонах (бассейн Джунгария на северо-западе Китая).

Из этого краткого обзора видно, что в Китае имеются нефтяные и газовые залежи почти всех типов, известных в мире.

Классификация залежей нефти и газа

Группа	Подгруппа	Примеры месторождений
1	2	3
Антиклинальные	1.Куполовидные 2.Осложненные нарушениями 3.Образованные нарушениями 4.В известняках 5.Соляно-купольные 6.С глиняными куполами	Саэрту Ламадиянь Хуаньсилен Вьюань Венлю Бейбувань
Блоковые	1.Простые многоблоковые 2.Сложные многоблоковые 3.Ступенчатые 4.Лестничные 5.Горстовые 6.Выклинивающиеся 7.Надвиговые 8.Односторонние	Фуюй Дунсин Юньанчжен Ганьдун Гудао Район скв.Хэй-4 Северный край Карамая Иходжуань
Стратиграфические	1.Трансгрессивные 2.Несогласные 3.Выклинивающиеся 4.Двухсторонне несогласные 5.Двухсторонне трансгрессивные 6.Интрузивные	Чидя Шугуан Ист Тексас Бысантай Маеин Фунхэин
Погребенные выступы	1.Массивных известняков 2.Известняков с пластом коллектора 3.Многопластовых известняков 4.С поверхностью несогласия 5.Многопластовых песчаников 6.Гранитные 7.Базальтовые 8.Рифогенные	Женчию Наньмэ Хэдиань Люлу Харибут Дуншин Фухуадиань Люхуа II-I

1	2	3
Литологические	1.В выклинивающихся песчаниках 2.В линзовидных песчаниках 3.В изменчивых песчаниках 4.В конгломератах 5.В выклинивающихся известняках 6.В изменчивых известняках	Шуанхэ Нючжуан Хундинцзы Тунбэйчжен Чжоуцинлжуан Шинхэй
В трещиноватых породах	1.Глинистых 2.Песчаных 3.Карбонатных	Юцзюаньцзы Луннуйсы Шиюгоу
Диapiroвые	1.С грязевыми вулканами 2.Соляно-купольные 3.С глиняными куполами	Биби-Эйбат Хэйд Бейбувань
Гидравлические	1.Гидравлические	Шаньбэй
Синклинальные	1.С обратной конверсией газа и воды 2.Линзовидные	Эмволц Бэнань
Асфальтово-экранированные	1.Асфальтово-экранированные	Шугань

ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ НЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Теория и техника разработки нефтяных месторождений Китая созданы и развиты китайскими специалистами с учетом зарубежных передовых теорий и технических средств, а также геологических условий Китая. Китайская теория разработки нефтяных месторождений в основном сходна с советской, а техника - с американской (особенно в последние 10 лет, благодаря открытой внешней политике).

Ниже рассматриваются основные принципы разработки нефтяных месторождений, принятые в Китае.

1. Плотность сетки скважин.

Эта проблема является как геологической, так и экономической. На разных этапах разработки того или иного месторождения плотность сетки скважин различная. Обычно в ходе разработки сетка уплотняется.

Например, в генеральном проекте разработки Ромашкинского месторождения (Россия), составленном в 1952-1954 гг., была принята сетка скважин 600x1000 м (на части месторождения 400x800). Тогда такая сетка считалась целесообразной. Однако в ходе разработки месторождения выяснилось, что для извлечения запасов нефти на оптимальном уровне необходимо уплотнить сетку, и в течение 1964-1978 г. было пробурено 3642 скважины. Это дало возможность разрабатывать изолированные и полуизолированные скопления нефти в линзовидных песчаных коллекторах.

Сходным образом изменялась сетка скважин и на месторождении Дацин. Вначале в разных частях месторождения были приняты сетки 600x1200 и 600x600 м. С 1971 г. начато уплотнение этих сеток, и к 1985 г. пробурено 4000 уплотняющих скважин.

2. Скорость добычи нефти.

В нефтяной промышленности Китая термином "скорость добычи нефти" обозначается доля извлекаемых запасов, добываемая в течение одного года (в процентах).

В 1986 г. скорость добычи нефти в среднем по всему Китаю составляла 1,36%. На Дацинском месторождении в начальный период разработки поддерживалась скорость добычи нефти на уровне 1% (3% по промышленным запасам). Во впадине Бохайвань скорости выше: на Даганьском месторождении 1-1,2% на Шенлиском - 1,61%, на Чжунюаньском - 2,84%. Еще более высокие скорости на морских месторождениях, например, на Чженьбэйском в районе Бохай - 8,83%, на месторождении Вэй 10-3 в районе Бейбувань - 8-8,6%.

В основном скорость добычи нефти на разных месторождениях колеблется от 1 до 8%. Для крупнозернистых песчаных коллекторов скорости обычно невысокие, но для месторождений отдельных типов (небольшие песчаные линзы, погребенные выступы, в трещиноватых породах) скорости могут быть очень высокими, даже более 8%. Однако доля таких месторождений по Китаю в целом невелика.

3. Поддержание пластового давления.

В Китае применяется раннее заводнение для поддержания пластового давления как законтурное, так и внутриконтурное. Отношение между эксплуатационными и нагнетательными скважинами 3:1. Благодаря широкому применению заводнения, поддерживается высокий уровень добычи нефти и увеличивается конечная нефтеотдача. В будущем по мере роста добычи газа в Китае будет целесообразно практиковать закачку газа в нефтеносные пласты.

4. Выделение нефтяных пластов.

С начала разработки Дацинского нефтяного месторождения особенности строения континентальных отложений заставили нас проводить очень детальную корреляцию разрезов, в особенности песчаных тел. Выделяли 80-140 нефтеносных пластов с минимальной толщиной 0,2 м. И все же на первом этапе разработки этого месторождения сетка скважин основывалась на более грубом выделении продуктивных пластов.

Позднее, начиная с 70-х годов, по мере углубления научно-исследовательских работ и накопления фактических материалов по строению нефтеносных толщ, вновь началось более детальное расчленение продуктивных коллекторов и в соответствии с этим - бурение дополнительных скважин.

Детальное выделение нефтеносных коллекторов отражает реальную геологическую обстановку. Оно способствует интенсификации добычи нефти и повышению конечной нефтеотдачи. Поэтому мы распространяем эту методику на все нефтяные месторождения Китая. Это позволит в ближайшие пять лет дополнительно пробурить 13 тысяч нефтеносных скважин.

5. Комплексное исследование залежей нефти.

Такое исследование стало возможным в последние годы благодаря развитию технических средств в области разведки и добычи, а также широкому применению электронно-вычислительных устройств. Важную роль играют трехмерная сейсморазведка, новые методы каротажа скважин, математическое моделирование нефтяных залежей, современные методы испытания скважин, контроль за динамикой залежей в ходе их разработки.

Комплексное исследование залежей включает в себя изучение статического состояния продуктивных пластов в трехмерном пространстве, а также динамического состояния залежи и в процессе ее

разработки. То и другое в совокупности составляет единую исчерпывающую инженерно-промысловую характеристику залежи.

Основные задачи комплексного исследования залежей нефти:

а) систематизация данных о фациях и коллекторских свойствах (форма тел, толщины, пористость, проницаемость, нефтенасыщенность) для моделирования залежей на стадиях разведки и разработки, а также обоснования пунктов заложения скважин;

б) систематизация данных о площади дренажа, форме движения флюидов, газовой шапке, продуктивности, распределении давления по залежи в ходе ее эксплуатации;

в) систематизация данных о распределении остаточной нефтенасыщенности по залежи с целью разработки мероприятий, направленных на повышение нефтеотдачи. Решение этих задач способствует выбору оптимального варианта разработки месторождения, надежной оценке запасов, повышению конечной нефтеотдачи.

Комплексное исследование залежей нефти начато в 1985 г. В этой области уже достигнут значительный прогресс. Однако мы еще отстаем в технике разработки нефтяных месторождений. Надеемся, что это отставание будет преодолено. Для этого необходимо освоить новые методы и новые технические средства, рассматриваемые ниже.

1. Совершенствование разработки сильно обводненных месторождений. Нефтяные месторождения, находящиеся в разработке длительное время, особенно в условиях искусственного заводнения, постепенно обводняются. Статистическая обработка данных по 170 месторождениям показала, что среднее содержание воды в добываемой жидкости достигает 75,5%. Годовая добыча жидкости на этих месторождениях составляет 81% от добычи по всему Китаю, а добыча нефти значительно меньше - 62,8%.

Поскольку главный путь увеличения добычи нефти - нарастающие темпы закачки воды и еще интенсивнее нарастающие объемы отбора жидкости из залежей, становится необходимым использовать более производительные насосы, особенно погружные.

2. Механизированная добыча нефти. Многие старые месторождения Китая приходится переводить с фонтанной разработки на механизированную, которая уже сейчас обеспечивает 63% годовой добычи нефти.

В 1975 г. на месторождении Дацин работали в основном фонтанные скважины. Механизированная добыча проводилась только на 150 скважинах. Доля таких скважин по всему Китаю составляла тогда только

5,6%. А в 1985 г. насчитывалось уже 5276 механизированных скважин, то есть 66,1%. Переход от фонтанной добычи нефти к механизированной требует значительных изменений методов эксплуатации и транспорта, обновления оборудования.

3. Кислотная обработка и гидравлический разрыв низкопроницаемых коллекторов.

Наличие низкопроницаемых коллекторов совершенно естественно. Во всех нефтегазоносных бассейнах такие коллекторы имеются. В одних меньше, в других больше, как, например, в бассейнах Сычуань и Ордос. Проведенными исследованиями установлено, что из всех нефтяных ресурсов Китая, оцениваемых в 78,7 млрд т, в низкопроницаемых коллекторах (проницаемость ниже $0,1 \text{ мкм}^2$) содержится 23,4 млрд т нефти. По мере развития нефтяной промышленности Китая роль таких коллекторов, по-видимому, будет возрастать.

Представление о низкой проницаемости коллекторов по мере развития техники соляно-кислотной обработки и гидравлического разрыва существенно меняется. Так, при пересчете запасов нефти Дацинского месторождения предельный критерий проницаемости снизился с $0,1$ до $0,02 \text{ мкм}^2$, а на нефтяном месторождении Фуюй запасы нефти подсчитывались в коллекторах с проницаемостью $0,0001 \text{ мкм}^2$. Некоторые специалисты считают, что нижний предел проницаемости промышленных коллекторов можно снизить еще на порядок.

В Китае низкопроницаемые коллекторы представлены песчаниками и известняками. Для низкопроницаемых песчаных коллекторов можно рекомендовать пять мероприятий, обеспечивающих повышение эффективности разработки нефтяных залежей: во-первых, предохранение продуктивного пласта от загрязнения, которое может снизить продуктивность на 35-50%, во-вторых, проведение больших, средних и мелких гидроразрывов, а также повторных регулирующих лимитно-скоростных и кумулятивных разрывов, в-третьих, закачка воды или газа, в-четвертых, обеспечение максимального режима разработки и, в-пятых, правильная оценка свойств коллектора.

4. Термический метод добычи вязкой нефти.

В Китае, как и во многих других странах, имеются большие запасы вязкой нефти. В прошлом мы такую нефть не добывали, поскольку располагали только отсталой технологией, не обеспечивающей достаточную экономическую эффективность разработки залежей вязкой

нефти. В последние годы развитие технологии термического метода добычи создало условия для разработки таких залежей.

В больших масштабах добыча вязкой нефти осуществляется в Канаде, США, Венесуэле и некоторых других странах Западного полушария. В них, благодаря исследовательским работам и практическому опыту, технология разработки залежей вязкой нефти получила значительное развитие. В Китае большие запасы вязкой нефти доказаны в восточных и западных крупных нефтеносных бассейнах. В них имеет смысл применить эти технологии.

В 1958-1975 гг. на шести нефтяных месторождениях, в частности на Караме, проводились опытные работы по зажиганию нефти в коллекторе с целью интенсификации добычи. Ожидаемые результаты не были получены. В 1972 г. проведены небольшие опыты (в одной скважине) по увеличению добычи нефти за счет чередования добычи и нагнетания пара. Эти опыты оказались удачными.

С 1982 г. вступило в эксплуатацию с многократным использованием нагнетаемого пара месторождение Гаошин с запасами нефти свыше 100 млн т. Был получен положительный эффект. Использование передовой зарубежной техники в наших конкретных условиях показало, что вязкую нефть можно добывать не только методом нагнетания пара, но и обычным насосным способом. Уже сейчас годовая добыча вязкой нефти в Китае (по китайским стандартам это нефть с удельным весом свыше 934 кг/м^3) составляет 4,59 млн т. На ближайшее будущее планируется довести годовую добычу вязкой нефти до 10 млн т. Поэтому развитие соответствующих технологий приобретает важное значение.

Как видно по дебитам нефти, Китай относится не к странам с очень высокими дебитами, как, например, страны Ближнего и Среднего Востока, и не к странам с низкими дебитами, как США, а, скорее, к странам со средними дебитами, как, например, государства СНГ. По опубликованным данным, в Кувейте имеется 400 скважин со средним дебитом 400 т/сут, в США - 600 тыс. скважин со средним дебитом 2 т/сут, а в СНГ - 100 тыс. скважин со средним дебитом 18 т/сут.

МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО В НЕФТЯНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ НА АКВАТОРИЯХ КИТАЯ

Китайское правительство начало осуществлять открытую экономическую политику в 1978 г. И уже в 1979 г. между китайскими организациями и компаниями США, Англии, Франции и Японии поотдельности были заключены контракты, в соответствии с которыми сразу же началось проведение региональных геофизических исследований.

В феврале 1982 г. была создана генеральная морская нефтяная корпорация Китая, в которой приняли широкое участие иностранные фирмы. Поскольку в то время геологические условия шельфа были совершенно не изучены, международное сотрудничество на акваториях Китая началось с региональных геофизических работ. В 1979 г. 48 компаний из 13 стран отработали 110 тыс.км сейсмических профилей стоимостью 109 млн дол США. В ходе обработки этих материалов на крупных ЭВМ получена обширная геологическая информация, обнаружено 400 тектонических структур. Тем самым выявлены широкие перспективы нефтегазоносности акваторий морей, прилегающих к китайской суше.

В дальнейшем путем двухсторонних переговоров было заключено пять контрактов, например, по заливу Бохзай с Японией, по заливу Бейбувань с Францией. По всем контрактам получены хорошие результаты. В 1982 г. проведен первый тур торгов, на котором было подписано 20 контрактов на общую площадь примерно 47 тыс.км². С ноября 1984 по январь 1985 г. проводился второй тур торгов. На нем было подписано 7 контрактов на общую площадь 40 тыс.км². Наконец, в октябре 1989 г. на третьем туре торгов подписано 3 контракта на площадь 11 тыс.км².

Китайское правительство осуществляет гибкую политику в международном сотрудничестве в освоении морских нефтегазовых ресурсов Китая. Всего заключено 54 контракта на общую площадь 250 тыс.км². В настоящее время ведутся работы по 30 контрактам на общую площадь 122 тыс.км².

До 1989 г. иностранные нефтяные компании вложили в поисково-разведочные работы на китайских акваториях 2,65 млрд дол США, отработали 269 тыс.км сейсмических профилей, закартировали 137 структур, пробурили 48 поисковых скважин и 137 разведочных, обнаружили ряд месторождений. Многие из них уже введены в разработку: 6 месторождений совместно с японской фирмой в заливе Бохай (Чженьбэй, В-3-28-1 и др.), совместно с французской фирмой в заливе Бэйбувань (Вэй-10-3). Готовится к разработке еще четыре нефтяных месторождения (В 2-4, Н-22-1-1 и др.) и газовое месторождение Я-13-1 в районе Ингхай.

В общем международное сотрудничество в области морской нефтяной промышленности Китая развивается весьма успешно, и оно будет интенсивно расширяться в будущем.

РАЗВИТИЕ ВАЖНЕЙШИХ ТЕХНОЛОГИЙ

Техника разведки и разработки нефтяных месторождений в Китае получила определенное развитие. Все же имеются некоторые недостатки, которые нужно преодолевать.

В сложных геологических условиях Китая наиболее важным методом поисков месторождения нефти и газа является сейсморазведка. В настоящее время у нас имеется примерно 300 сеймопартий. Они работают с перекрытием более 48 раз, используя главным образом 96-120 - канальные цифровые сеймостанции. За год методом сейсморазведки 3-Д они могут изучить площадь 3 тыс.км². Этот метод высоко эффективный. Материалы сейсморазведки обрабатываются на крупных ЭВМ, производительность которых достигает 100 млн операций в секунду, а также на персональных компьютерах.

Бурение на нефть в Китае вращательное. Широко используется техника гидромониторного бурения под высоким давлением, обеспечивающая хорошие скорости бурения. Применяются глинистые растворы с низким содержанием твердой фазы или вообще без нее, что уменьшает загрязнение продуктивных пластов. Развивается модельный эксперимент бурения, автоматизируется обработка данных,

опробуется кустовое и горизонтальное бурение. Имеющиеся 1000 буровых партий могут пробурить в год 5 тыс. скважин. Самая глубокая скважина достигает 7 тыс.м.

Отечественные каротажные станции обеспечивают 80% потребности. Остальные 20% приходятся на зарубежные цифровые станции. Данные каротажа обрабатываются на ЭВМ и используются для детальной характеристики залежи.

При разработке нефтяных месторождений широко применяются заводнение, соляно-кислотная обработка и гидравлический разрыв пластов. Проводятся опыты по термическим методам добычи нефти. Начаты работы по моделированию разрабатываемых залежей.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	5
РАЗВИТИЕ НЕФТЯНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ КИТАЯ	6
ГЕОЛОГИЯ НЕФТИ И ГАЗА КИТАЯ	8
1. Региональная тектоника	9
2. Условия образования нефти и газа	11
3. Потенциальные ресурсы нефти и газа в Китае	11
ОСНОВНЫЕ НЕФТЕГАЗОНОСНЫЕ БАСЕЙНЫ КИТАЯ	13
Бассейн Сунляо	15
Северо-Китайский бассейн	18
Бассейн Ордос	20
Бассейн Сычуань	21
Бассейн Джунгария	22
Бассейн Тарим	23
Бассейн Цейдам	24
Бассейны на континентальном шельфе	25
Впадина Западный Тайвань	26
КЛАССИФИКАЦИЯ ЗАЛЕЖЕЙ НЕФТИ И ГАЗА	27
ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ НЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ	29
МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО В НЕФТЯНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ НА АКВАТОРИЯХ КИТАЯ	35
РАЗВИТИЕ ВАЖНЕЙШИХ ТЕХНОЛОГИЙ	36

Утверждено к печати
Институтом геологии СО РАН

Технический редактор О.М.Вараксина

Подписано к печати 16.03.93.
Бумага 60x84/16. Печ.л.2,40+2 вкл. Уч.-изд.л.2,65.
Тираж 500. Заказ 71.

Объединенный институт геологии, геофизики
и минералогии СО РАН
Новосибирск, 90. Ротапринт.