

# 10

И ОАИ ЕА ЕА × АНÒАА АНÊÛÒÈВ  
И ЕАÑÒИ А, И ÑАИ АИ ЕВ ÑÊААÆЕИ  
И И ÑÊА ЕО ÇАÊАИ × ЕААИ ЕВ  
Е ДАИ И И ОА

АЕААА

---

Вскрытие пластов бурением и освоение скважин, ремонтные работы в скважине с неизменным их глушением и последующее их освоение — операции в значительной степени идентичные не только по характеру исполнения работ, но и по физико-химической сущности. В процессе этих работ под действием бурового раствора или жидкости глушения снижается проницаемость ПЗП; возникает необходимость осваивать скважины и не всегда этот процесс проходит легко. Имеется немало отличий, однако оценка качества работ может быть проведена в известной мере одинаково.

Во всех случаях необходимо планировать проведение гидродинамических исследований (в том числе на соседних скважинах) с целью оценить качество вскрытия пласта, эффективность перехода от жидкости глушения на рабочую жидкость и освоения скважины.

Под качеством технологии вскрытия пласта, ремонта скважины и ее освоения следует понимать степень изменения гидропроводности пласта (ПЗП) после выполнения соответствующей операции.

Можно условно принять, что технология работ в пласте включает в себя следующие управляемые элементы: способ вскрытия пласта, режимы промывки, тип и компонентный состав бурового раствора, промежуток времени от момента полного вскрытия продуктивного пласта до момента цементирования, тип и характер химической обработки цементного раствора, характер перфорации, среду, в которой она осуществлялась, и некоторые другие.

Большая часть указанных факторов определяет состояние ПЗП после ремонта. Аналогично следует принять, что технология освоения скважин включает в себя элементы: способ

крепления забоя, способ и среду перфорации, способ вызова притока жидкости из пласта и др.

Оценке качества освоения скважин должна предшествовать оценка качества вскрытия пласта.

Показателем качества технологии в целом или отдельных ее элементов служит отношение фактической гидропроводности  $\dot{Q}_ф$  (продуктивности) пласта к потенциальной  $\dot{Q}_п$

$$ОП = \dot{Q}_ф / \dot{Q}_п; \quad (10.1)$$

или показатель скин-эффекта  $S$ , характеризующий дополнительное фильтрационное сопротивление (или проводимость) призабойной зоны пласта при ее загрязнении (очистке). При переходе от показателя  $S$  к показателю ОП пользуются зависимостью

$$ОП = \frac{A}{A + S}, \quad (10.2)$$

где  $A = \ln \frac{R_к}{R_0}$ ;  $R_к$  — радиус контура питания пласта;  $R_0$  — радиус скважины или приведенный радиус скважины при несовершенном вскрытии пласта.

Если радиус  $R_к$  неизвестен, то его считают равным половине расстояния между данной и ближайшей скважинами или принимают величину  $\bar{A} = 2\pi$ .

В силу влияния различных факторов показатели ОП и  $S$  необходимо рассматривать как стохастические величины, определяемые некоторыми распределениями. Поэтому оценка качества должна основываться на статистических критериях.

Оценка качества технологий упрощается, если совокупность значений показателя ОП (или  $S$ ) распределена по нормальному закону. Проверка гипотезы о нормальном законе распределения показателя ОП (или  $S$ ) по  $\dot{Q}$  измерениям проводится с помощью критерия Шапиро — Уилки, если  $\dot{Q} < 50$ , по  $\chi^2$ -критерию, если  $\dot{Q} > 50$  (ГОСТ 11.006 — 74).

### 10.1. **И ДИ ААДЕА АЕИ И ОАСУ И И И ДИ АЕУИ И И САЕИ И А ДАНИ ДАААЕАИ ЕВ И И ЕАСОАЕВ ЕА АНОАА И И ЕДЕОАДЕР ОАИ ЕДИ — ОЕЕЕЕ**

1. Для проверки гипотезы о нормальном законе распределения показателя качества, например ОП, необходимо расположить данные в порядке возрастания:

$$\text{ОП}_1 \leq \text{ОП}_2 \dots \leq \text{ОП}_0$$

и вычислить параметры:

$$g^2 = \sum_{i=1}^n (\text{ОП}_i - \text{ОП})^2;$$

$$b_n = a_n(\text{ОП}_n - \text{ОП}_1) + \dagger_{0-1}(\text{ОП}_{0-1} - \text{ОП}_2) + \dots \\ + \dagger_{0-k+1}(\text{ОП}_{0-k+1} - \text{ОП}_k),$$

где  $k = \bar{0}/2$ , если  $\bar{0}$  – четное; и  $k = (\bar{0}-1)/2$ , если  $\bar{0}$  – нечетное; коэффициенты  $\dagger_{n-i+1}$  определяются по табл. 10.1.

2. Найти отношение

$$W_n = b_n^2 / g^2$$

и сравнить его с теоретическим, принимая  $W_T = 0,93$ , если  $\bar{0} \leq 10$ ;  $W_T = 0,95$ , если  $\bar{0} \leq 20$ ;  $W_T = 0,96$ , если  $\bar{0} \leq 30$ ;  $W_T = 0,97$ , если  $\bar{0} \leq 50$ .

3. Если расчетное значение больше теоретического  $W_T$ , то принимается гипотеза о новом законе распределения.

Если показатель качества ОП (или S) не распределен по нормальному закону, то проверяются гипотезы относительно параметров:

$$\frac{1}{\text{ОП}}; \sqrt{\text{ОП}}; \frac{1}{\sqrt{\text{ОП}}}; \ln \text{ОП}, \sqrt{S} \quad (10.3)$$

и выбирается тот показатель, который распределен по нормальному закону с наивысшей достоверностью. Если ни один из указанных параметров не удовлетворяет гипотезе нормального закона распределения, то данные необходимо разбить на однородные группы по физическим и (или) геологическим признакам объекта.

Показатели ОП или S определяются по данным прямых натуральных гидродинамических исследований скважин или испытаний пластов с помощью пластоиспытателей на трубах. Гидродинамические исследования проводятся специальными службами УБР, НГДУ или трестов геофизики по существующим методикам.

Гидродинамическим исследованиям должны предшествовать геофизические исследования с целью выявления работающей толщины пласта. Результатами гидродинамических исследований скважин являются индикаторная диаграмма (ИД) и кривая восстановления давления (КВД), а результатами испы-



таний пластов — кривая притока (КП) и КВД. Более информативными и надежными являются результаты исследований скважин. Интерпретация данных гидродинамических исследований и оценка качества соответствующей технологии или ее элементов проводятся территориальными НИИ с использованием накопленного опыта и нижеследующих рекомендаций.

Оценку качества вскрытия пласта или освоения скважин можно проводить на базе "пассивных" данных, получаемых при гидродинамических исследованиях, не запланированных специально для этой цели. В этом случае показатель ОП (или  $S$ ) характеризует соответствующую технологию ориентировочно (предварительно). Если оценка качества проводится на базе "активных" данных, получаемых при гидродинамических исследованиях, специально спланированных для этой цели, то показатель ОП (или  $S$ ) характеризует соответствующую технологию достоверно. "Активные" гидродинамические исследования планируются территориальными НИИ на этапе разведывательного бурения или в период пробной эксплуатации и в зависимости от конкретной цели исследований.

Необходимо различать следующие цели исследований:

оценка качества технологии в одной скважине, т.е. относительно заданной точки пласта;

оценка качества технологии по группе скважин, т.е. относительно всего продуктивного объекта или его части;

сравнение качества двух различных технологий в одной скважине, например, когда пласт вскрывается последовательно долотами разных диаметров;

сравнение качества двух различных технологий по группе скважин, т.е. относительно всего продуктивного объекта или его части.

План проведения гидродинамических исследований, базируясь на геологических условиях региона, технико-экономическом обеспечении исследований и накопленной информации об объекте, должен включать указание на метод, регламент времени и воспроизведение исследований в каждой скважине при различных режимах фильтрации.

При исследовании скважин рекомендуется КВД получать параллельно с ИД, т.е. после каждого выхода скважины на установившийся режим.

Некоторые рекомендации по регламентированию исследований, обработке и интерпретации ИД и КВД приведены ниже.

## 10.2. КРИТЕРИЙ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ВСКРЫТИЯ ПЛАСТА И ОСВОЕНИЯ СКВАЖИН ПОСЛЕ ЗАКАНЧИВАНИЯ И РЕМОНТА

В приведенных ниже формулах для определенности предполагается, что по нормальному закону распределен показатель ОП. В противном случае его следует заменить одним из ранее указанных. Кроме того, принято, что достоверность всех оценок не менее 90 %. Для оценки качества технологии в одной скважине необходимо:

определить среднее значение показателя

$$\overline{\text{ОП}} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \text{ОП}_i;$$

найти дисперсию воспроизводимости измерений

$$\sigma^2 = \frac{1}{m-1} \sum_{i=1}^m (\text{ОП}_i - \overline{\text{ОП}})^2;$$

проверить гипотезу об изменении гидропроводности пласта по  $t$ -критерию Стьюдента

$$\frac{|\overline{\text{ОП}} - 1| \sqrt{m}}{\sigma} > t, \quad (10.4)$$

где  $m$  — число измерений;  $t$  — значение критерия Стьюдента, зависящее от числа степеней свободы  $q = m - 1$ .

Если неравенство (10.4) выполняется, то следует вывод: гидропроводность пласта изменена, показатель  $\overline{\text{ОП}} < 1$  (или  $\overline{\text{ОП}} > 1$ ), характеризует качество соответствующей технологии относительно заданной точки пласта. Если неравенство (10.4) не выполняется, то следует вывод: гидропроводность пласта не изменена, качество технологии характеризуется показателем  $\overline{\text{ОП}}$ , близким к единице. Если используются преобразованные показатели  $\ln \text{ОП}$ ,  $S$  или  $\sqrt{S}$ , то необходимо в критерии (10.4) заменить 1 на 0.

Для оценки качества технологии по группе из  $n$  скважин необходимо определить:

среднее значение и дисперсию воспроизводимости по результатам измерений в каждой  $j$ -й скважине

$$\text{ОП}_j = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \text{ОП}_{ji},$$

$$\sigma_j^2 = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m (\text{ОП}_{ji} - \text{ОП}_j)^2; \quad (10.4a)$$

среднее значение дисперсии воспроизводимости

$$\sigma_{b_{0t}}^2 = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \sigma_j^2; \quad (10.4б)$$

среднее значение и дисперсию показателя ОП по объекту

$$\overline{\text{ОП}} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \text{ОП}_j, \quad (10.4в)$$

$$\sigma^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{j=1}^n (\text{ОП}_j - \overline{\text{ОП}})^2. \quad (10.4r)$$

Проверить гипотезу о достоверности показателя ОП по объекту

$$\sqrt{\frac{t \sigma^2}{n}} \leq \sigma_{b_{0t}}. \quad (10.5)$$

где  $t$  — значение критерия Стьюдента, зависящее от числа степеней свободы  $q - n - 1$ .

Если неравенство (10.5) выполняется, то следует вывод, что количество  $n$  скважин достаточно для оценки качества технологии с точностью, не превышающей  $\sigma_{b_{0t}}$ . Качество технологии следует оценить по  $t$ -критерию Стьюдента (10.4), где  $m$  заменить на  $n$  в соответствии с выводами (10.4). Если неравенство (10.5) не выполняется, то необходимо пополнить данные о показателе ОП путем исследования в других скважинах, вводя их по одной, пока не будет выполнено условие (10.5), или данные разбить по физическим и (или) геологическим признакам и оценку проводить для каждой группы скважин отдельно.

При планировании гидродинамических исследований необходимо:

продуктивный пласт разбить на однородные области по физическим и (или) геологическим признакам;

выбрать наиболее представительную однородную область, где наметить первичные исследования не менее чем в 3-х скважинах;

после обработки результатов оценить качество технологии.

### 10.3. КРИТЕРИИ СРАВНЕНИЯ КАЧЕСТВА ДВУХ ТЕХНОЛОГИЙ ВСКРЫТИЯ ПЛАСТА И ОСВОЕНИЯ СКВАЖИН

В данном разделе подразумевается распределение ОП по нормальному закону.

Для сравнения качества двух технологий в одной скважине, т.е. относительно данной точки пласта, необходимо:

определить средние значения ОП<sub>1</sub> и ОП<sub>2</sub>, дисперсии  $\sigma_1^2$ ,  $\sigma_2^2$  по  $m$  измерениям для каждой технологии;

проверить гипотезу о различии показателей по  $t$ -критерию Стьюдента:

$$\frac{|\overline{\text{ОП}}_1 - \overline{\text{ОП}}_2|}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2 + \sigma_2^2}{m}}} > t, \quad (10.6)$$

где  $t$  — значение критерия Стьюдента, зависящее от числа степеней свободы  $q - 2(m - 1)$ .

Если неравенство (10.6) выполняется, то следует вывод: для данной точки пласта технологии отличаются и качество той технологии выше, для которой значение ОП больше. Для сравнения качества двух технологий по данным исследований в двух группах скважин необходимо:

определить средние значения  $\overline{\text{ОП}}_1$ ,  $\overline{\text{ОП}}_2$  и дисперсии  $\sigma_1^2$ ,  $\sigma_2^2$ ,  $\sigma_{1b_0t}^2$ ,  $\sigma_{2b_0t}^2$  по формулам (10.4), (10.4а) – (10.4г);

проверить гипотезу о достоверности показателей  $\overline{\text{ОП}}_1$  и  $\overline{\text{ОП}}_2$  по критериям:

$$\frac{t_1 \sigma_1}{\sqrt{n_1}} \leq \sigma_{1b_0t};$$

$$\frac{t_2 \sigma_2}{\sqrt{n_2}} \leq \sigma_{2b_0t}; \quad (10.7)$$

где  $n_1$ ,  $n_2$  — количество скважин с применением первой и второй технологии соответственно;  $t_1$ ,  $t_2$  определяются для степеней свободы  $q_1 - n_1 - 1$ ;  $q_2 - n_2 - 1$ .

Если оба неравенства (10.7) или одно из них не выполняется, необходимо дополнить сведения о показателе ОП в груп-



пах (или одной из них) путем исследования в других скважинах, вводя их по одной, пока не будут выполнены условия (10.7), или разбить соответствующую группу (группы) скважин на подгруппы по физическим и (или) геологическим признакам и сравнение проводить для подгрупп скважин с одинаковыми физическими (геологическими) признаками. Если оба неравенства (10.7) выполнены, то проверить гипотезу о равенстве дисперсии  $\sigma_1^2$ ,  $\sigma_2^2$  двух групп скважин по критерию Фишера

$$\sigma_1^2 / \sigma_2^2 < F, \quad (10.8)$$

где предполагается, что  $\sigma_1 > \sigma_2$  и  $F$  определяется для степеней свободы  $q_1 - n_1 - 1$ ;  $q_2 - n_2 - 1$ .

Если неравенство (10.8) выполняется, то сравнить качество двух технологий необходимо по  $t$ -критерию Стьюдента

$$\left| \overline{\text{ОП}}_1 - \overline{\text{ОП}}_2 \right| \sqrt{\lambda} > t, \quad (10.9)$$

где

$$\lambda = \frac{n_1 n_2 (n_1 + n_2 - 2)}{(n_1 + n_2) [(n_1 - 1) \sigma_1^2 + (n_2 - 1) \sigma_2^2]};$$

$t$  определяется для числа степеней свободы  $q_1 - n_1 + n_2 - 2$ .

Если неравенство (10.8) не выполняется, то в критерии (10.9) значения  $\lambda$  необходимо вычислять по формуле

$$\lambda = \frac{n_1 n_2}{n_2 \sigma_1^2 + n_1 \sigma_2^2};$$

при этом число степеней свободы  $q$  округляется до целого, если оно окажется дробным

$$q = \frac{(n_1 - 1)(n_2 - 1)(n_2 \sigma_1^2 + n_1 \sigma_2^2)^2}{n_2^2 \sigma_1^4 (n_2 - 1) + n_1^2 \sigma_2^4 (n_1 - 1)}.$$

Если при оценках в разделах 10.2 и 10.3 используются преобразованные показатели  $\sqrt{\text{ОП}}$ ,  $\frac{1}{|\text{ОП}|}$ ,  $\ln \text{ОП}$ ,  $\sqrt{S}$ , то для

получения среднего значения исходного показателя ОП (или  $S$ ) следует воспользоваться медианой выборки  $\text{ОП}_i$  (или  $S_i$ ).

Для этого необходимо  $ОП_i$  расположить в порядке возрастания

$$ОП_1 \leq ОП_2 \leq \dots \leq ОП_k \leq \dots \leq ОП_n$$

и медианные значения определить следующим образом:

$$M = ОП_{k+1}, \text{ где } k = (n-1)/2, \text{ если } n - \text{ нечетное,}$$

и

$$M = (ОП_k + ОП_{k+1})/2, \text{ где } k = n/2, \text{ если } n - \text{ четное.}$$

#### 10.4. НЕКОТОРЫЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИНТЕРПРЕТАЦИИ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Индикаторная диаграмма (ИД) позволяет определить фактическую гидропроводность  $E_\phi$  пласта, если график зависимости установившегося дебита  $q$  от установившейся депрессии  $p$  является линейным (рис. 10.1, прямая 1), т.е.

$$q = E_\phi - \frac{2\pi}{A} \Delta p, \quad (10.10)$$

где значение  $A$  вычисляется согласно (10.2).

Прямолинейная зависимость  $q$  от  $\Delta p$  на ИД может быть искажена по следующим причинам:

время отбора жидкости недостаточно продолжительно (см. рис. 10.1, кривая 2);

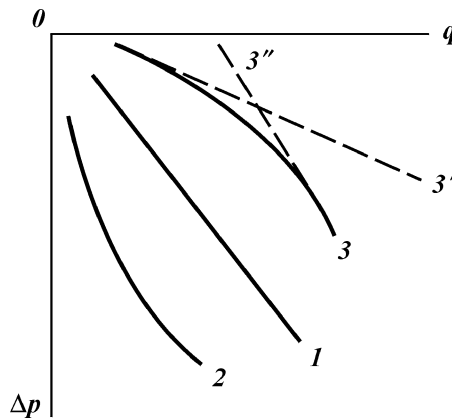


Рис. 10.1. Зависимость установившегося дебита  $q$  от установившейся депрессии  $\Delta p$

режим фильтрации турбулентный или жидкость обладает выраженными неньютоновскими свойствами, или имеет место влияние газового фактора (см. рис. 10.1, кривая 3).

Для исключения влияния или для учета вышеуказанных причин рекомендуется:

определять время отбора жидкости из условия

$$T \geq \frac{R_0^2}{2,25\chi} (n + 1)^{1,6},$$

где  $\chi$  — пьезопроводность пласта, определяемая по нестационарным исследованиям в возмущающей или реагирующей скважине;  $n$  — заданное число смен установившихся режимов;  $\delta$  — допустимое значение относительной погрешности;

использовать первый прямолинейный участок 3' кривой 3 (см. рис. 10.1) для вязкой жидкости и второй прямолинейный участок кривой 3'' кривой 3 (см. рис. 10.1) для вязкопластичной жидкости;

перестроить ИД в координатах  $q, H$ , если жидкость насыщена газом; где  $\Delta H = \int_{p_c}^{p_k} \frac{f_n(\sigma)}{C_n(p)\mu_n(p)} dp$  — функция Христиановича;  $f_n(\sigma)$ ,  $C_n(p)$ ,  $\mu_n(p)$  — коэффициенты относительной фазовой проницаемости, объемного содержания и вязкости нефти соответственно;  $p_c$ ,  $p_k$  — давление соответственно в скважине и на контуре питания.

Для обработки результатов исследования скважин на неустановившемся режиме фильтрации по КВД необходима следующая информация:

$q$  — дебит скважины до остановки, м<sup>3</sup>/с;

$\gamma$  — плотность пластовой жидкости, кг/м<sup>3</sup>;

$S_{ор}$ ,  $S_k$  — площадь соответственно поперечного сечения подъемных труб и затрубного пространства, м<sup>2</sup>;

$p_б(t)$ ,  $p_n(t)$  — графики изменения давления соответственно на буфере и в затрубном пространстве, МПа;

$T$  — продолжительность работы скважины до остановки, с.

Обработка результатов заключается в преобразовании КВД в прямолинейный график:

$$Y = \alpha X + \beta, \quad (10.11)$$

где  $X, Y$  — некоторые приведенные координаты.

Для уменьшения ошибки интерпретации рекомендуется проводить обработку двумя-тремя теоретически обоснован-

ными методами. Одним из них должен быть операционный метод, основанный на преобразовании Лапласа, согласно которому приведенные координаты вычисляются по формулам

$$X = 0,561 - t_0;$$

$$Y = \frac{t_0 \Delta \bar{p}_0(t_0)}{t_0^2 q - \bar{V}(t_0)}, \quad (10.12)$$

если до остановки скважина работала с постоянным дебитом  $q$  при установившемся режиме фильтрации. Здесь  $V(t_0)$  — изображение по Лапласу функции накапливаемого в скважине объема жидкости после ее остановки,

$$V(t_0) = \frac{S_\delta}{\gamma} [\Delta p_c(t_0) - \Delta p_\sigma(t_0)] + \frac{S_k}{\gamma} [\Delta \bar{p}_c(t_0) - \Delta \bar{p}_k(t_0)]; \quad (10.13)$$

для насосных скважин

$$V(t_0) = \frac{S_\delta}{\gamma} p_c(t_0),$$

где  $\bar{p}_c(t_0)$ ,  $\bar{p}_\sigma(t_0)$ ,  $\bar{p}_k(t_0)$  — изображения по Лапласу соответствующих функций;  $t_0 = 0$  — параметр преобразования Лапласа.

Пример обработки КВД операционным методом приведен ниже.

Интерпретация линейной зависимости (10.11) состоит в определении потенциальной гидропроводности объекта:

$$E_\pi = (4\pi \alpha)^{-1},$$

которая совместно с фактической гидропроводностью  $E_\phi$  определяет искомый показатель качества

$$\text{ОП} = 4\pi \alpha E_\phi,$$

Если известна (из других источников) пьезопроводность объекта, то без использования ИД определяется показатель скин-эффект:

$$S = \frac{\beta}{2\alpha} - \ln \sqrt{\frac{2,25\chi}{R_0^2}}.$$

По данным ИД и КВД пьезопроводность объекта вычисляется по формуле

$$X = \frac{R_0^2}{2,25} \exp \left[ \frac{\beta}{\alpha} + 2A \left( 1 - \frac{1}{\text{ОП}} \right) \right].$$

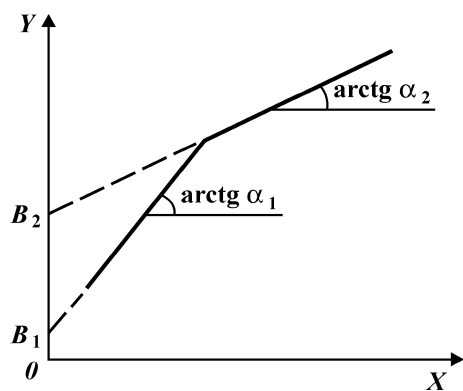


Рис. 10.2. График зависимости  $Y$  от  $X$

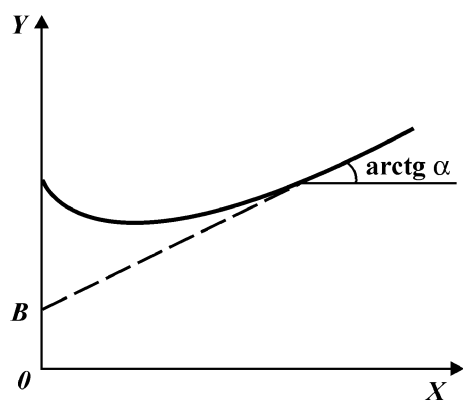


Рис. 10.3. График зависимости  $Y$  от  $X$

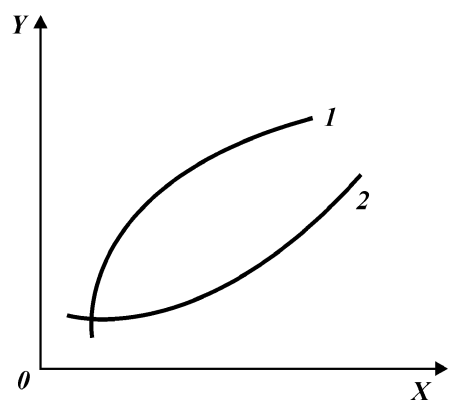


Рис. 10.4. График зависимости  $Y$  от  $X$

Если график зависимости  $Y-X$  в координатах (10.12) состоит из двух прямолинейных участков (рис. 10.2) с угловыми коэффициентами  $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$  и отрезками  $B_1$ ,  $B_2$ , отсекаемыми продолжениями прямых на оси ординат, то без дополнительной информации скин-эффект

$$S = 0,5 \left( \frac{B_2}{\alpha_2} - \frac{B_1}{\alpha_1} + \ln \frac{\alpha_1}{\alpha_2} \right).$$

Гидропроводность в радиусе ПЗП

$$E_1 = (4\pi\alpha_1)^{-1}.$$

$$R_1 = R_0 \exp \frac{\alpha_2 S}{\alpha_1 - \alpha_2}.$$

Гидропроводность удаленной зоны пласта

$$E_n = (4\pi\alpha_2)^{-1}.$$

Если график зависимости  $Y-X$  в координатах (10.12) имеет вид, изображенный на рис. 10.3, что характерно для трещиноватых и трещиновато-пористых пластов, то искомые параметры определяются по прямолинейному участку.

Если график зависимости  $Y-X$  в координатах (10.12) нелинейный (рис. 10.4), то возможны лишь качественные выводы:

вокруг скважины имеется весьма существенная по значению и степени загрязнения ПЗ (см. рис. 10.4, кривая 1);

на небольшом расстоянии от скважины имеет место сброс, выклинивание или область с пониженной проницаемостью (см. рис. 10.4, кривая 2).

Для обработки результатов исследования пласта, полученных с помощью пластоиспытателей на трубах, необходима следующая информация:  $\gamma$  — плотность пластовой жидкости, кг/м<sup>3</sup>;  $S_6$  — площадь внутреннего сечения бурильных труб, м<sup>2</sup>;  $T_1$ ,  $T_2$  — продолжительность соответственно открытого и закрытого периодов, с;  $p_1(t)$  — график забойного давления в открытый период, кривая притока (КП), МПа;  $p_2(t)$  — график забойного давления в закрытый период, кривая восстановления давления, МПа.

При обработке результатов исследования пласта операционным методом приведенные координаты  $X$  и  $Y$  вычисляются по следующим формулам:

$$X = \ln 0,561t_0;$$

$$Y = \frac{[t_0^2 p_{\text{пл}} - t_0 \bar{p}_2(t_0)] \gamma}{S_0 \bar{p}_1(t_0) (1 - e^{-T_1(t_0)})}, \quad (10.14)$$

где  $p_{\text{пл}}$  — пластовое давление, МПа.

Для увеличения точности результатов исследования пласта рекомендуется выбирать продолжительность периода притока максимально возможной.

### 10.5. ФОРМА ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ И ЗАКЛЮЧЕНИЯ О КАЧЕСТВЕ ВСКРЫТИЯ ПЛАСТА ИЛИ ОСВОЕНИЯ СКВАЖИН

1. Объединение.
2. Месторождение.
3. Площадь.
4. Номер скважины.
5. Глубина скважины.
6. Интервал продуктивного пласта.
7. Интервал исследованного объекта.
8. Технология вскрытия:
  - способ бурения,
  - режим бурения,
  - режим промывки,
  - тип промывочной жидкости,
  - компонентный состав промывочной жидкости,
  - промежуток времени от момента вскрытия объекта до начала исследования.
9. Технология освоения:
  - способ крепления продуктивной части пласта,
  - способ перфорации,
  - способ вывоза притока,
  - промежуток времени от момента вызова притока до начала исследования.
10. Методы гидродинамического исследования.
11. Результаты исследования:
  - индикаторная диаграмма (ИД),
  - кривая восстановления давления (КВД) с исходной информацией (10.4).
12. Обработка результатов исследования:
  - метод обработки,
  - график в преобразованных координатах.
13. Вычисленные показатели качества ОП и  $\sigma_{\text{ОП}}^2$  или  $S$  и  $\sigma_S^2$ .