

А. П. АЛЛАХВЕРДЯН

ОТБИВКА ГЛУБИНЫ ВОДОПРИТОКОВ  
ПРИ БУРЕНИИ СКВАЖИН

Аналитическая теория определения глубин притоков и (утечек) жидкостей в буровых скважинах была разработана еще в 1926 г. Н. М. Победоносцевым [1]. Однако техническое определение их в настоящее время практически свелось к снятию кароттажных диаграмм.

При обычно практикуемом бурении скважин на воду с промывкой водой кароттажные диаграммы бывают нечетки. В то же время при отбивке глубин водопритоков с успехом могут быть использованы применяемые при бурении и эксплуатации скважин диафрагменные расходомеры и гидравлические индикаторы веса.

Допустим, например, что в скважину подается вода в количестве  $Q_0$ , а обратно на поверхность она выносится уже в количестве, равном  $Q_0 + \sum_1^N Q_i$ , где  $Q_i$  — производительность водопритока под номером  $i$ ,  $N$  — число водопритоков.

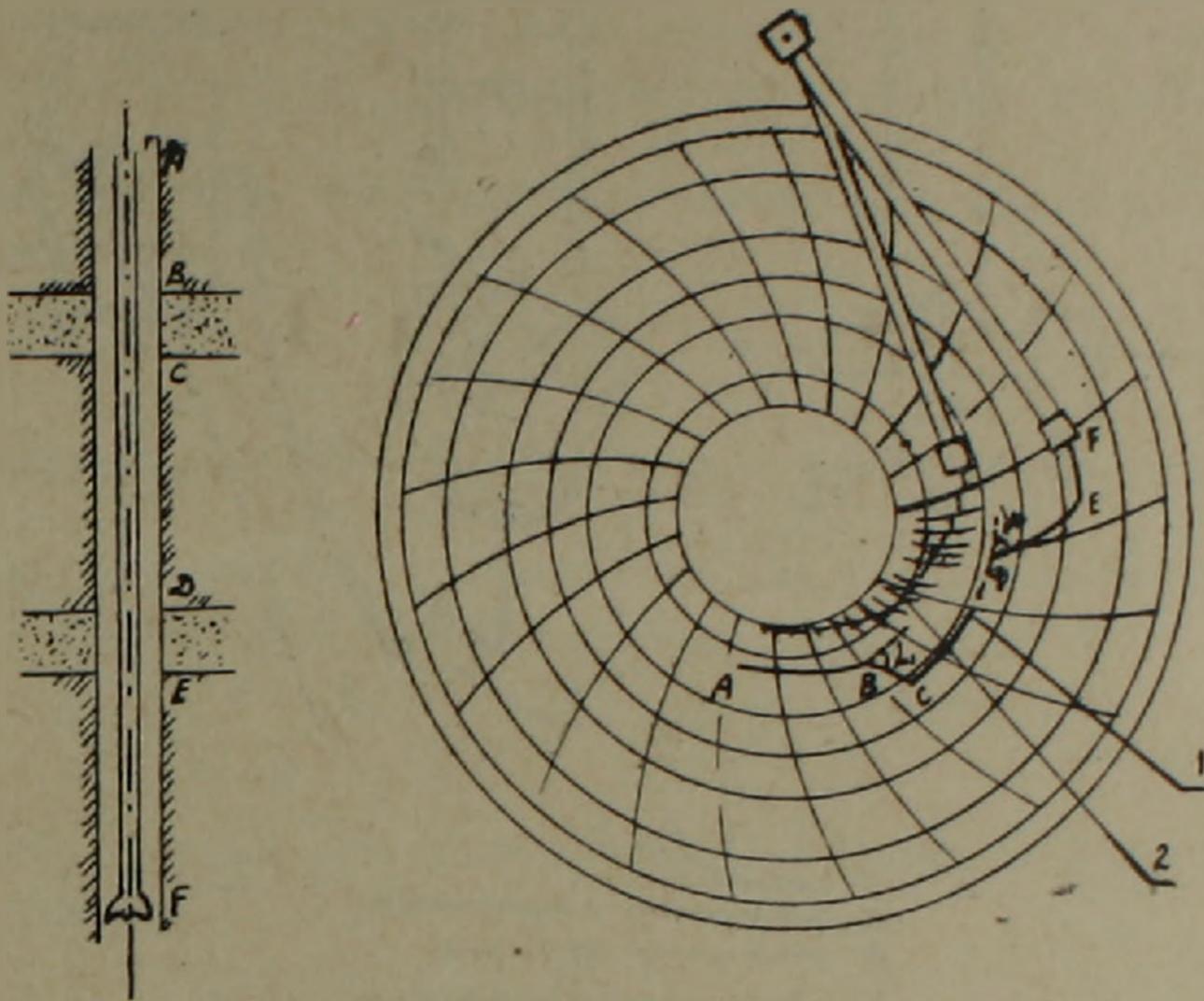
Если систему желобов на поверхности заменить закрытой системой циркуляции, то оба расхода в отдельности могут фиксироваться расходомерами (например, диафрагменными, типа ДП-410). Для получения равномерной записи необходимо лишь перед расходомером, установленным на выкиде поршневого насоса, поместить ресиверную емкость, а на соединительной трубке дифманометра игольчатый демпфер, замедляющий переток ртути между камерами расходомера. Расход показаний расходомеров указывает величину  $Q_{пр.} = \sum_1^N Q_i$ , где  $Q_{пр.}$  — суммарная производительность водопритоков.

При разбуривании сухих пород и при постоянной производительности насоса запись расходомера, установленного на выкиде скважины (после отстойника), будет соответствовать постоянному расходу (линия АВ на рис. 1).

При поступлении в скважину очередного водопритока, и по мере увеличения глубины его вскрытия, этот расход начинает увеличиваться. Точка «С» соответствует полному вскрытию водопритока, после чего запись держится на одной и той же окружности картограммы (линия СД).

Отсчет глубины скважины по длине колонны бурильных труб достаточно точен. Для определения глубины, соответствующей тому или иному моменту времени записи на расходограмме, может быть использован дриллометр, на картограмме которого фиксируется наращивание труб. Для удобства отбивки глубины водопритоков расходомер на выходе из скважины и дриллометр могут быть объединены в одном корпусе. Для

этого расходомер ДП-410 следует заменить расходомером ДП-430 с дополнительной записью давления, причем геликоидальную трубку измерителя давления необходимо подобрать с принятым для дриллометров пределом измерения 8 атм и подключить к трансформатору давления



Фиг. 1.

обычно применяемого дриллометра ГИВ-2 (фиг. 2). Скорость проходки между очередными наращиваниями бурильных труб можно принять постоянной, что не даст заметной погрешности в отсчете глубин. По зафиксированной расходограмме устанавливается количество труб при вскрытии начальной (В) и конечной (С) точек водопритока. По дриллограмме отмечается количество подвешенных труб и какая часть последней трубы опущена к моменту достижения данной точки (см. фиг. 3). Пусть, например, точка «В» расходограммы соответствует на дриллограмме точке «В<sub>1</sub>». Центральный угол опережения записи давления по сравнению с записью перепада на картограмме составляет  $\Delta\alpha = 1/72$  оборота =  $5^\circ$ . Точки М и N на дриллограмме соответствуют предыдущему и последующему наращиванию труб. Если при наращивании, соответствующем точке М, была навернута труба длиной  $l$ , то при прохождении точки, соответствующей В<sub>1</sub>, в скважину была опущена часть этой трубы равная:

$$X = \frac{MB_1}{MN} l.$$

Общая глубина равна:  $L = L_1 + X$ , где  $L_1$  — длина подвески труб до их добавки, соответствующей точке „М“.

Таким образом, совместное использование расходомера ДП-430 и трансформатора давления индикатора веса ГИВ-2 позволяет с достаточной точностью отбить местоположение водопритока в разрезе бурящей-

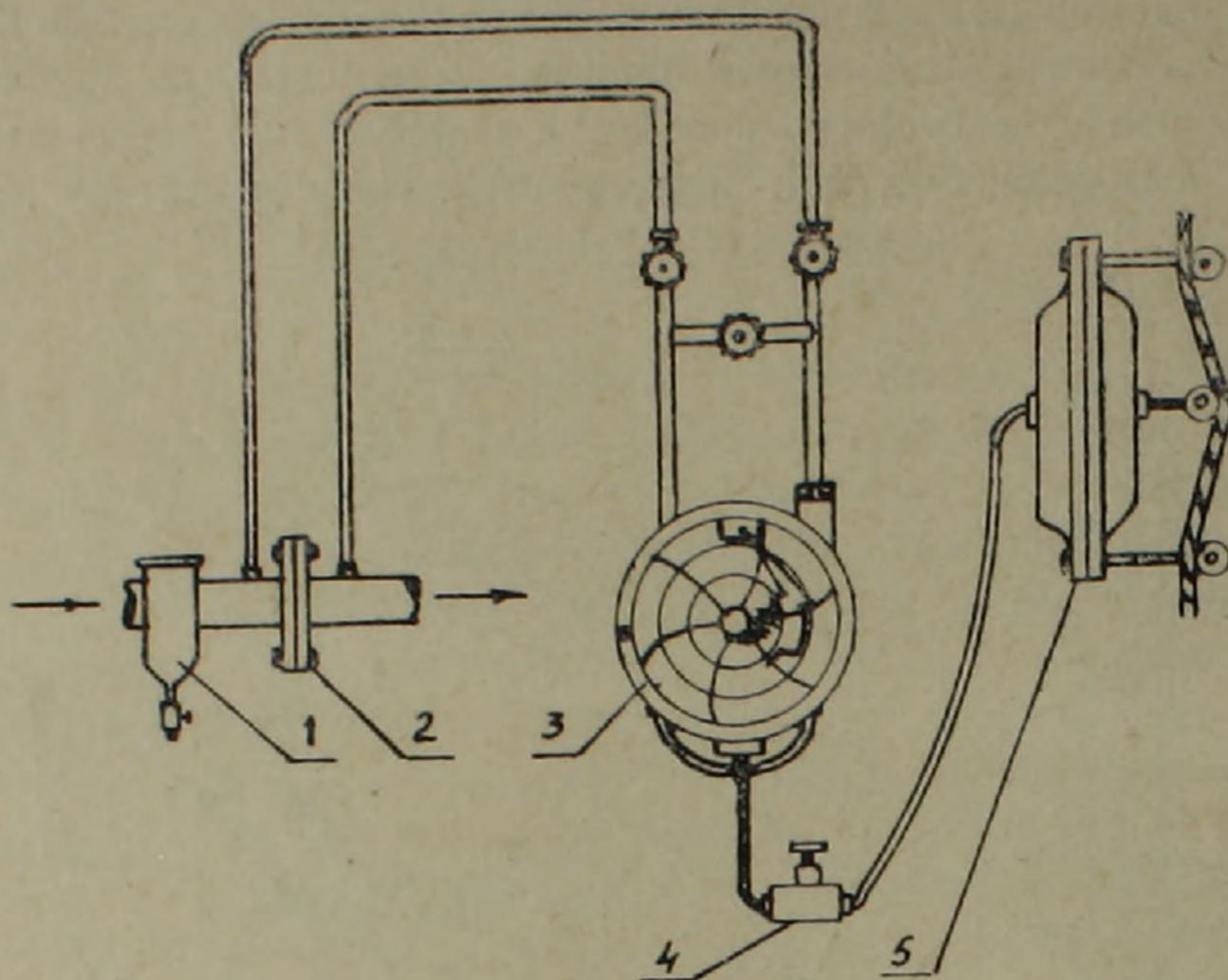


Рис. 2  
 1 - стойник,  
 2 - диафрагма расходомера,  
 3 - расходомер ДП-430,  
 4 - насос индикатора беса  
 5 - трансформатор давления ГНВ-2

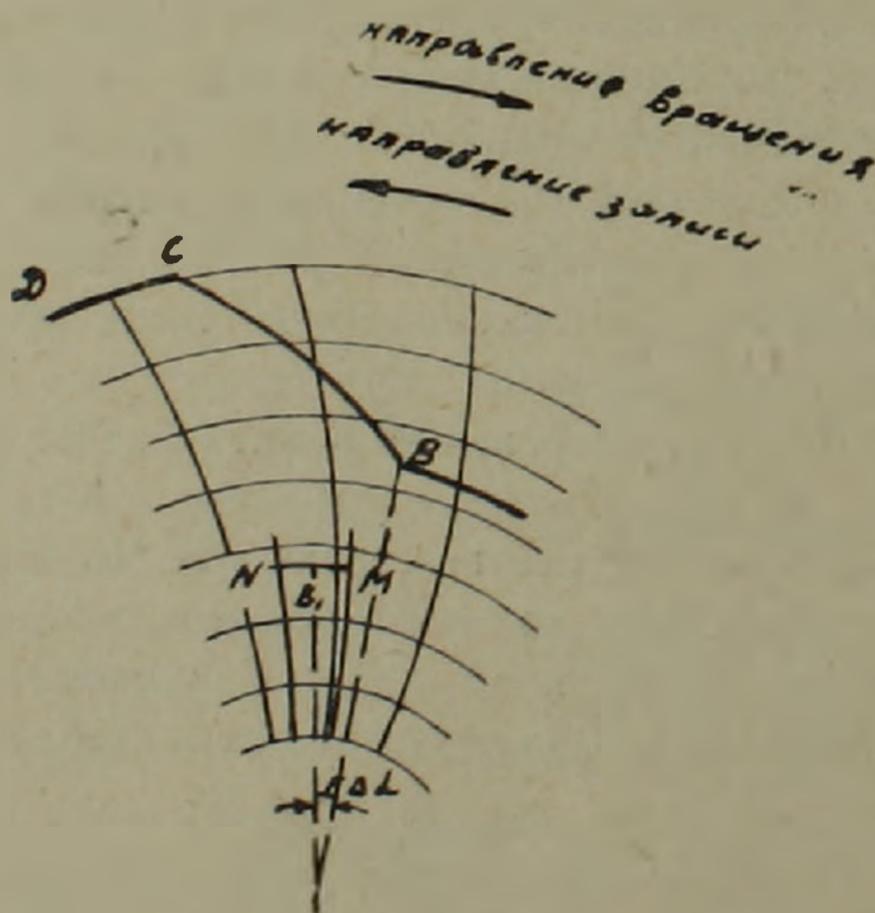


Рис. 3.

ся скважины, не прибегая при этом к приостановке процесса бурения. В отдельных случаях водоносные пласты или трещиноватые зоны имеют значительную мощность. При этом на картограмме расходомера участок их прохождения выражается некоторой наклонной линией BC (фиг. 1).

Если использовать расходомеры с обычно применяемыми часовыми механизмами, имеющими суточный период обращения картограммы ( $T=24$  ч.), то точность отбивки глубин на картограмме будет недостаточна. Для получения достаточной точности отметки, скорость движения картограммы следует увеличить. Однако чрезмерное увеличение скорости последней также нежелательно, так как приведет к необходимости частых смен картограмм и опять таки к недостаточной четкости отбивки водопритоков.

Каждому метру проходки соответствует угол поворота картограммы, равный:

$$\alpha = \frac{360^\circ}{Tv}, \quad (1)$$

где  $T$ —период обращения картограммы,  $v$ —механическая скорость проходки.

Если водоносный пласт имеет мощность  $h$  (м), то соответствующий его прохождению угол поворота расходограммы составляет:

$$\alpha = \alpha h = \frac{h 360^\circ}{Tv}. \quad (2)$$

Длина дуги, которую описывает на картограмме пишущее перо, очевидно, равна:

$$\Delta x = \frac{2\pi}{360} \alpha_1 R_1, \quad (3)$$

где  $R_1$ —начальный радиус записи, равный:

$$R_1 = R_0 + \frac{N}{M}. \quad (4)$$

где  $R_0$ —радиус нулевой линии картограммы (в мм);  $M$ —масштаб записи в делениях (мм);  $N$ —начальное число делений.

Из формулы (3) и (4) получаем:

$$\Delta x = \frac{2\pi}{360} \alpha_1 \left( R_0 + \frac{N}{M} \right). \quad (5)$$

Обозначив через «С» масштаб записи расхода, находим расход:

$$Q = C \sqrt{N}. \quad (6)$$

Будем считать, что на данном водопритоке расход промывочной жидкости на выходе изменили от величины  $Q_1$  до величины  $Q_2$ .

Тогда, согласно формуле (6), изменение числа делений записи составляет:

$$\Delta N = N_2 - N_1 = \frac{Q_2^2 - Q_1^2}{C^2}, \quad (7)$$

чему соответствует изменение ординаты (в мм):

$$\Delta y = \frac{\Delta N}{M} = \frac{Q_2^2 - Q_1^2}{C^2 M}. \quad (8)$$

На применяемых в настоящее время картограммах самопишущих приборов с круговой шкалой, при диаметре картограммы 268 мм, угол наклона записи к окружностям постоянного параметра, равный  $45^\circ$ , соответствует соотношению:

$$\frac{\Delta y}{\Delta x} = K = 1,04. \quad (9)$$

Подставляя в (9) значения величин  $\Delta y$  из (8),  $\Delta x$  из (5),  $N_1$  из (6) и  $\alpha_1$  из (2), получаем:

$$K = \frac{Tv(Q_2^2 - Q_1^2)}{C^2 M 2\pi h \left( R_0 + \frac{Q^2}{MC^2} \right)} = \frac{Tv(Q_2^2 - Q_1^2)}{2\pi h (R_0 C^2 M + Q_1^2)}, \quad (9a)$$

откуда находим:

$$T = \frac{2\pi h K (R_0 C^2 M + Q_1^2)}{v (Q_2^2 - Q_1^2)}. \quad (10)$$

Формула (10) может быть использована для вычисления периода обращения картограммы, обеспечивающего наиболее точную отбивку начальной и конечной глубин водопритока.

Зададимся наиболее часто встречающимися на практике значениями величин, входящих в формулу (10), применительно к случаю бурения осадочных пород: скорость проходки  $v=2$  м/час; мощность водоносного пласта  $h=3$  м; производительность насоса  $Q_1=12$  м<sup>3</sup>/час; суммарная производительность водопритока и насоса  $Q_2=20$  м<sup>3</sup>/час.

Начальную запись примем в 40 делений. Тогда расходу 12 м<sup>3</sup>/час отвечает 40 делений записи и

$$C = \frac{Q_1}{\sqrt{N_1}} = \frac{12}{\sqrt{40}} = 1,95 \text{ м}^3/\text{час}.$$

Для применяемых картограмм:  $M=0,875$  делений/мм;  $K=1,04$ ;  $R_0=28,8$  мм. При этих условиях рациональный период обращения картограммы, согласно формуле (10), равен:  $T=9,19$  час.

С целью удобства смены картограммы, их следует заводить ежедневно в одни и те же часы. Поэтому период обращения должен быть кратным 24 часам.

Исходя из этого, условно можно принять  $T=8$  час.