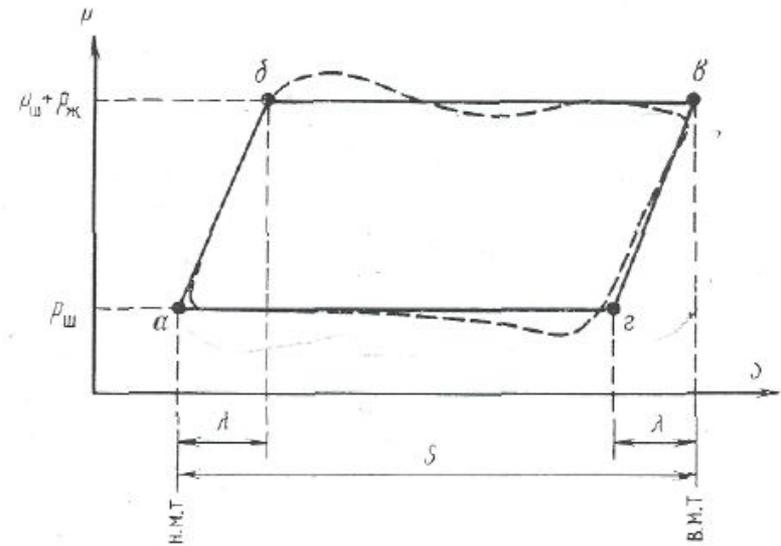
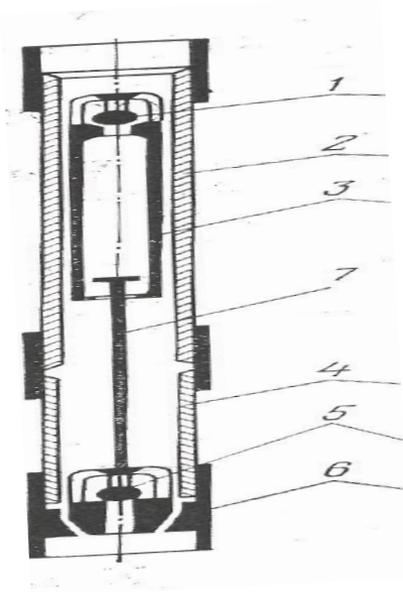


ПРАКТИКА ПРИМЕНЕНИЯ ДИНАМОГРАММ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ РАБОТЫ ШГНУ

(НА ПРИМЕРАХ ФАКТИЧЕСКИХ ДИНАМОГРАММ
МЕСТОРОЖДЕНИЙ ОАО «УДМУРТНЕФТЬ»)

- Базовая модель диагностики
- Влияние некоторых факторов на вид динамограммы
- Примеры динамограмм нормальной работы ШГНУ
- Примеры динамограмм с нарушениями работы ШГНУ

Теоретическая динамограмма



- 1.Нагнетательный клапан
- 2.Цилиндр
- 3.Плунжер
- 4.Патрубок-удлиннитель
- 5.Всасывающий клапан
- 6. Седло конуса
- 7.Захватный шток

- точка *a* – *Н.М.Т.* Начало движения колонны штанг вверх
- *аб* – восприятие нагрузки колонной штанг от веса жидкости в НКТ, растяжение штанг
- точка *б* – начало движения плунжера вверх, открывается всасывающий клапан
- *бв* – полезный ход плунжера (статич. $P_{в} = \text{вес штанг и жид-ти}$)
- точка *в* – *В.М.Т.* Начало движения колонны штанг вниз
- *вг* – участок разгрузки колонны (сокращение штанг)
- точка *г* – начало движения плунжера вниз, открывается нагнетательный клапан (статич. $P_{н} = \text{вес штанг}$)
- *S* – длина хода полированного штока
- λ – деформация штанг

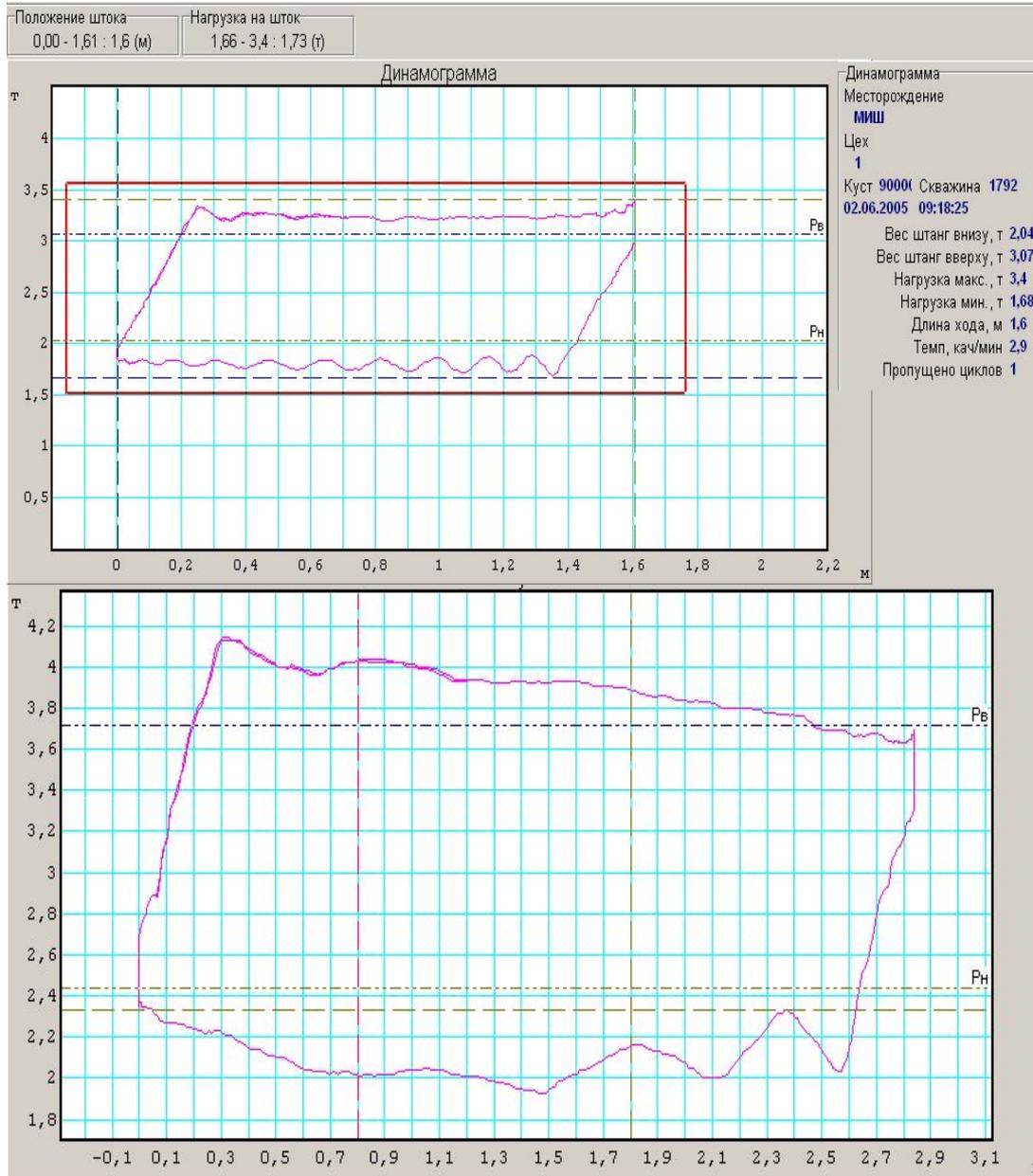
Влияние некоторых факторов на вид динамограммы

- Влияние сил трения (трение штанг в жидкости при ходе вниз и трение жидкости о стенки труб при ходе вверх)
- Влияние сил инерции (динамограмма развернута по часовой стрелке)
- Колебания колонны (на динамограмме проявляются в виде затухающих колебаний величины нагрузки штока)

Виды неисправностей

- Утечки в всасывающем и нагнетательном клапанах
- Проявление газового фактора
- Низкий динамический уровень
- Фонтанные проявления
- Механический характер неисправностей (высокая и низкая посадка плунжера, прихват и заклинивание плунжера, выход из цилиндра)
- Обрыв штанг
- Сильная затяжка сальника
- Короткий шток
- Утечки в НКТ
- Запарафинивание

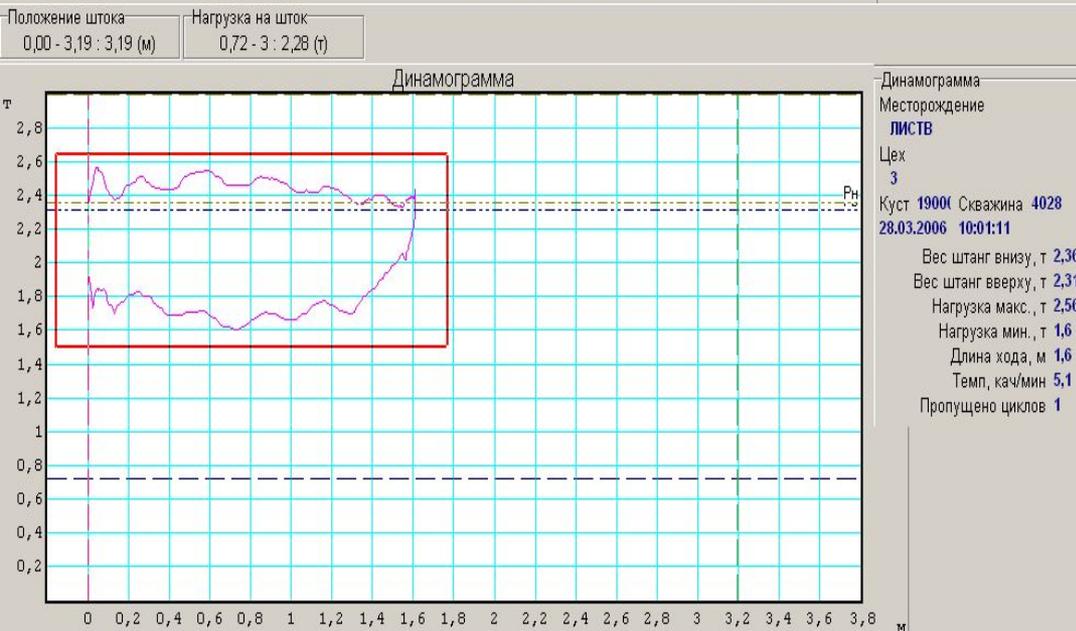
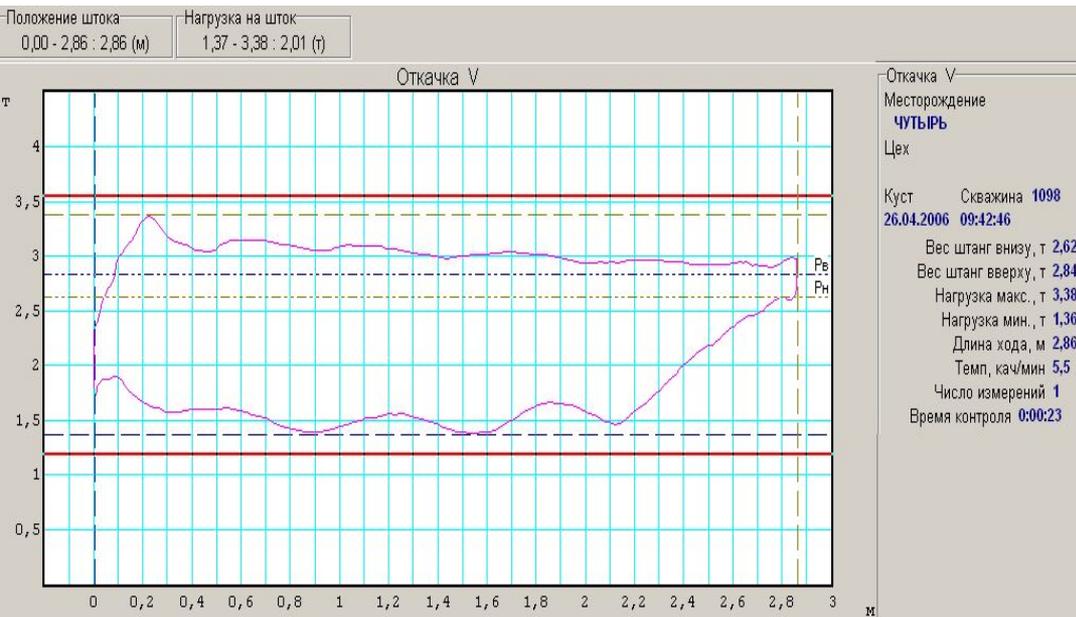
Нормальная работа насоса



- Наблюдаются небольшие продольные колебания колонны штанг, которые при подходе к В.М.Т. и Н.М.Т. затухают

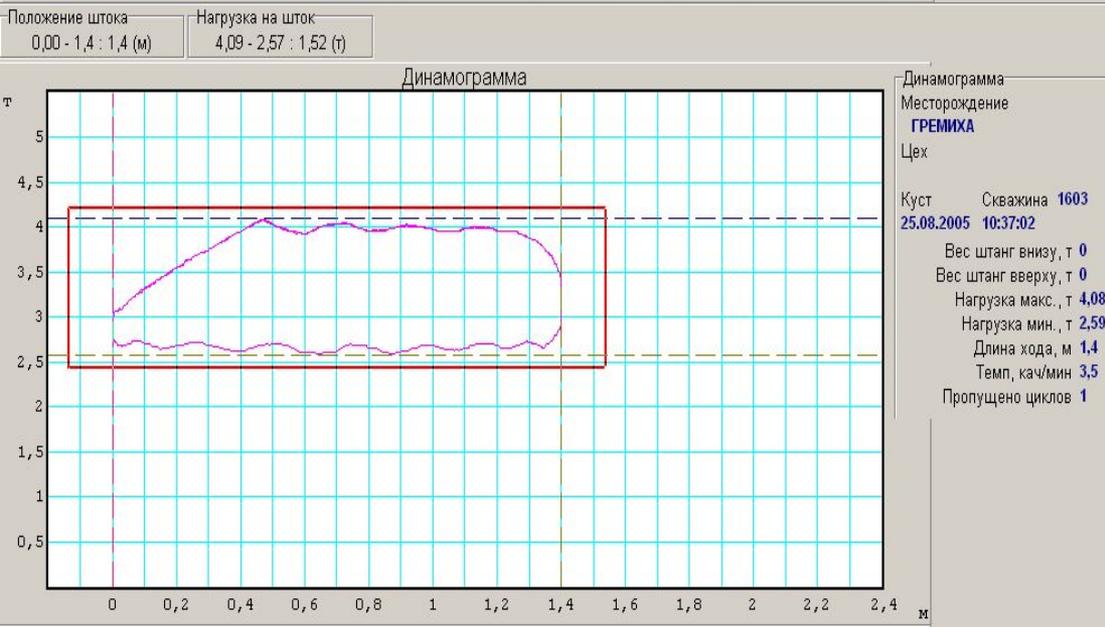
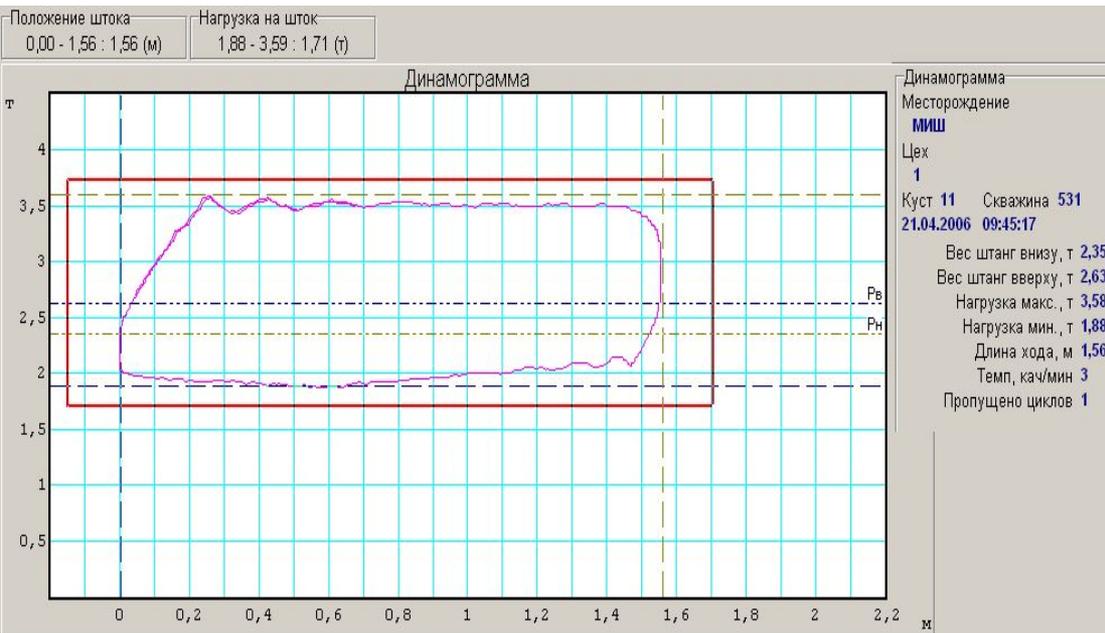
- Наблюдается влияние сил инерции

Утечки во всасывающем клапане



- участок разгрузки колонны затянут, иногда выгнут (утечка замедляет повышение давления в цилиндре насоса, нагнетательный клапан открывается позже)
- Левый нижний угол скруглен (при подходе к н.м.т. плунжер движется быстрее, чем полированный шток, штанги растягиваются, нагрузка увеличивается)
- При движении штока вверх процесс восприятия нагрузки убыстряется (плунжер некоторое время все еще движется вниз за счет утечки), приемный клапан открывается раньше
- линия статической нагрузки R_n значительно выше минимальной динамической нагрузки)
- При полном выходе из строя всасывающего клапана (срыв подачи) динамограмма располагается на линии «вес штанг+жидкость» (процесс снятия нагрузки не заканчивается, нагнетательный клапан не открывается, за время хода плунжера вниз вся жидкость вытесняется обратно в скважину)

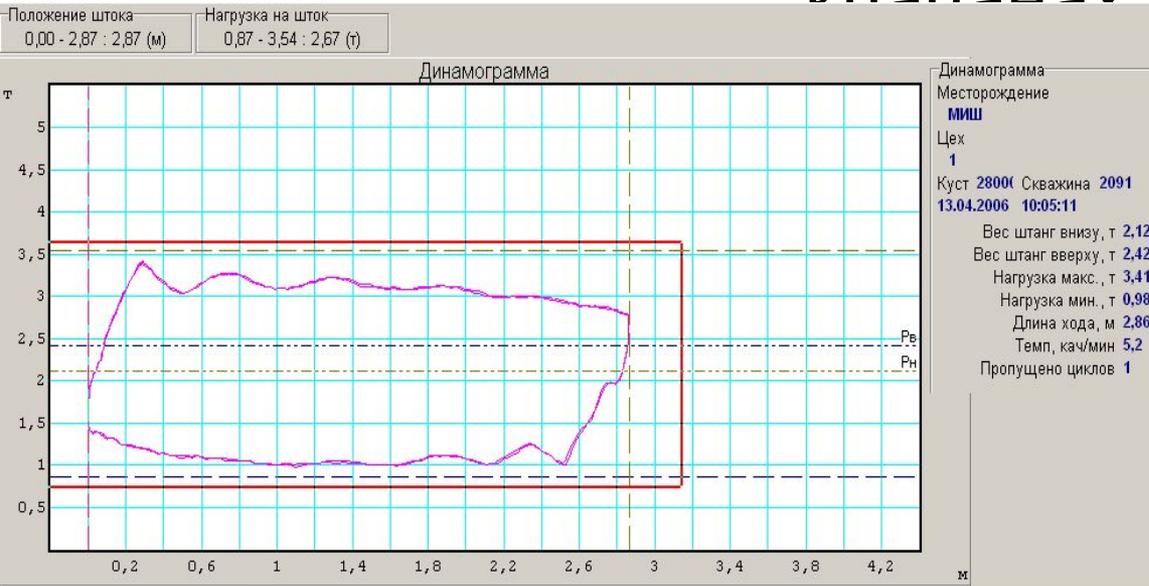
Утечки в нагнетательном клапане



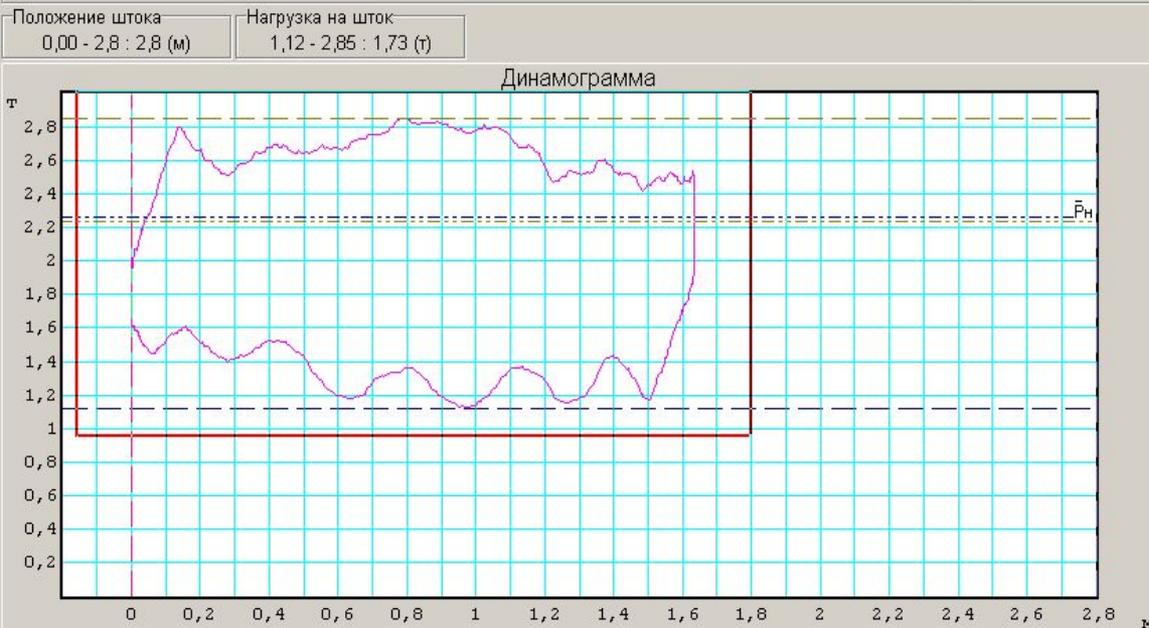
- Немного затянут участок восприятия нагрузки колонной (полированный шток перемещается на величину растяжения штанг и величину, равную высоте объема перетекшей под плунжер жидкости)
- Правый верхний угол скруглен (приемный клапан закрывается раньше, процесс снятия разгрузки штанг начинается раньше, чем полированный шток достигает своего крайнего положения)
- Линия статич. нагрузки P_v в верхнем положении значительно ниже максимальной нагрузки
- При полном выходе из строя нагнетательного клапана (срыв подачи) динамограмма располагается на линии «вес штанг» (за время хода штока вверх штанги не принимают вес жидкости, приемный клапан не открывается, постоянный объем жидкости циркулирует из насосных труб в цилиндр насоса и обратно, подача на устье отсутствует)

Утечки в нагнетательном и всасывающем

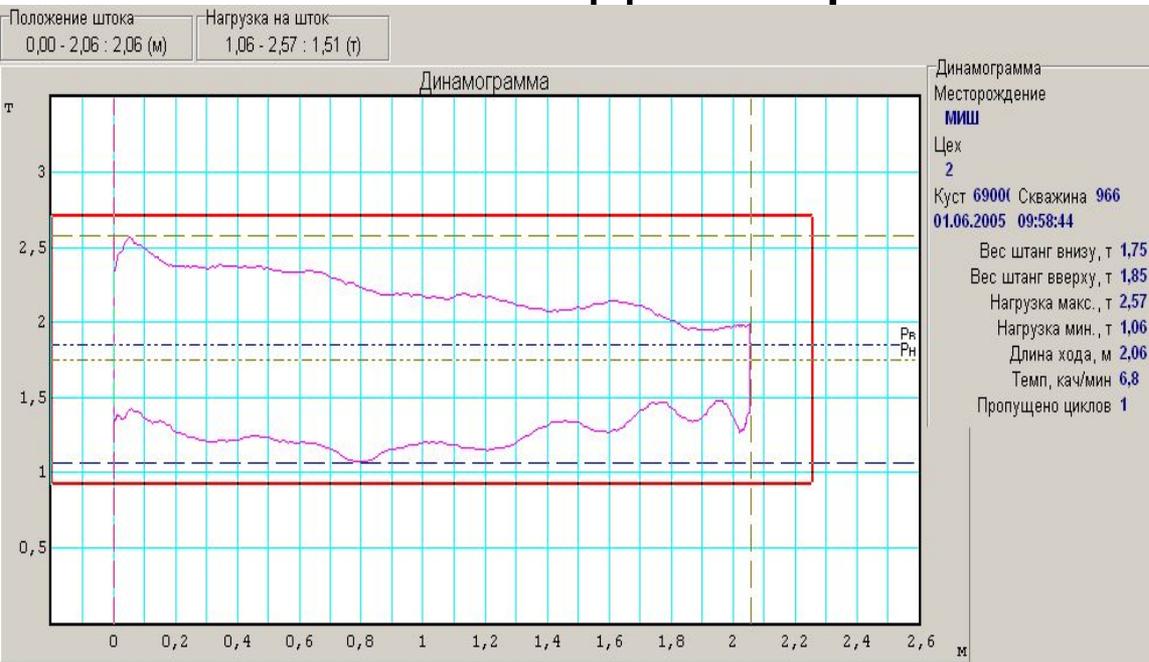
клапане



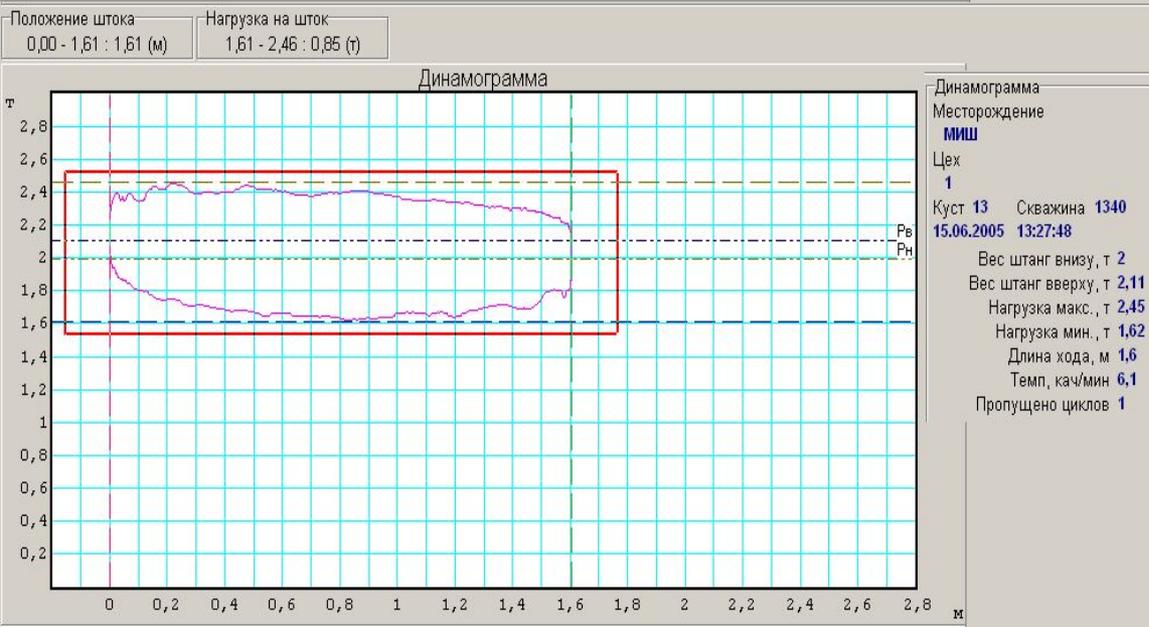
- Выгнутые и затянутые по оси перемещения участки восприятия разгрузки и нагрузки колонны
- Линии статических нагрузок расположены близко к среднему уровню динамограммы



Выход из строя обоих клапанов

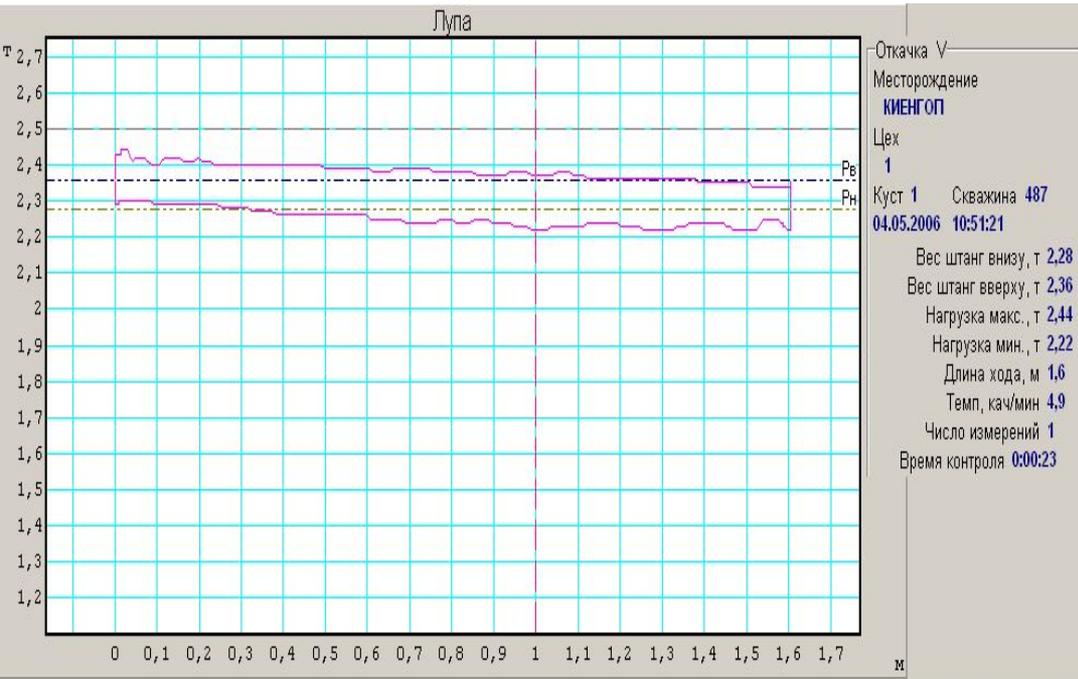


- 1. Не работают оба клапана: статические нагрузки в верхнем и нижнем положении почти равны и расположены в середине динамограммы
- Отсутствие линий нагрузки и разгрузки колонны, присутствуют вертикальные участки



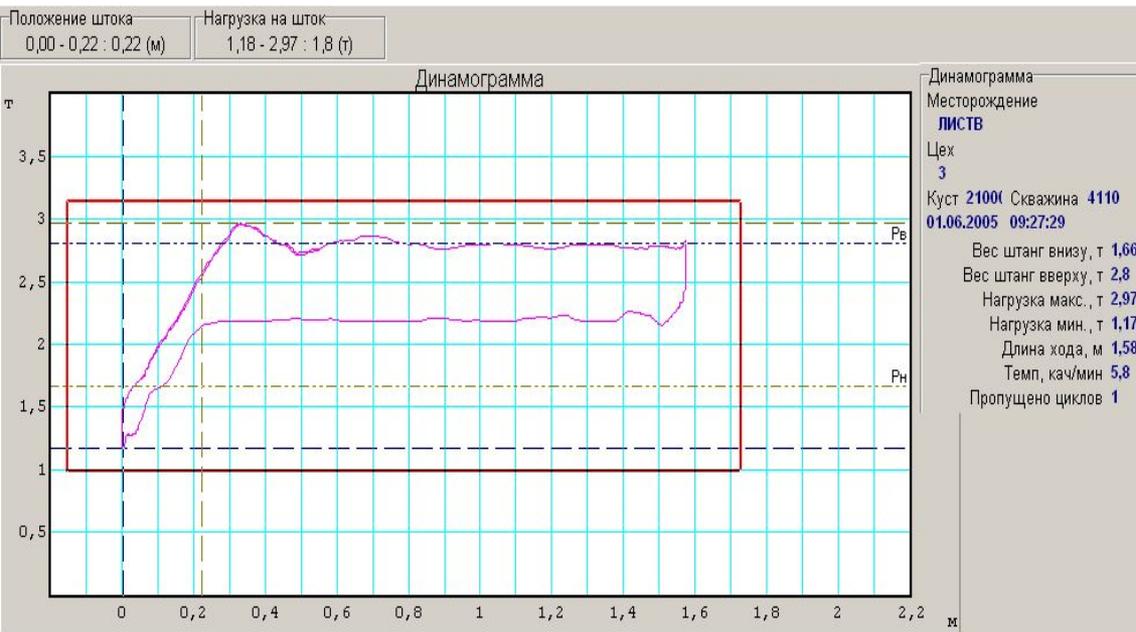
- Выгнутые и загнутые по оси перемещения участки восприятия нагрузки и разгрузки колонны
- Правый верхний и нижний левый углы скруглены

Фонтанные проявления

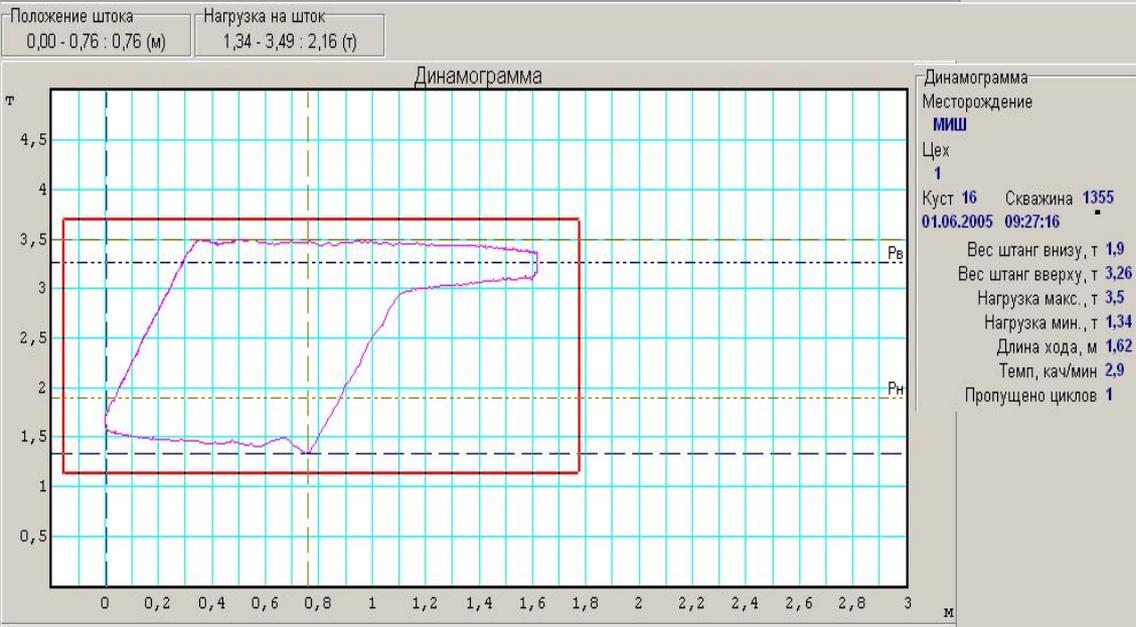


- Узкая динамограмма, нагрузка на полированный шток при ходе вверх и вниз определяется только весом штанг и трением, т.к. нагнетательный и всасывающий клапан все время открыты
- Отсутствуют линии восприятия и снятия нагрузок
- **Отличия от обрыва штанг:**
- Уровень на устье
- Динамограмма располагается на линии веса штанг
- Есть подача

Низкий динамический уровень

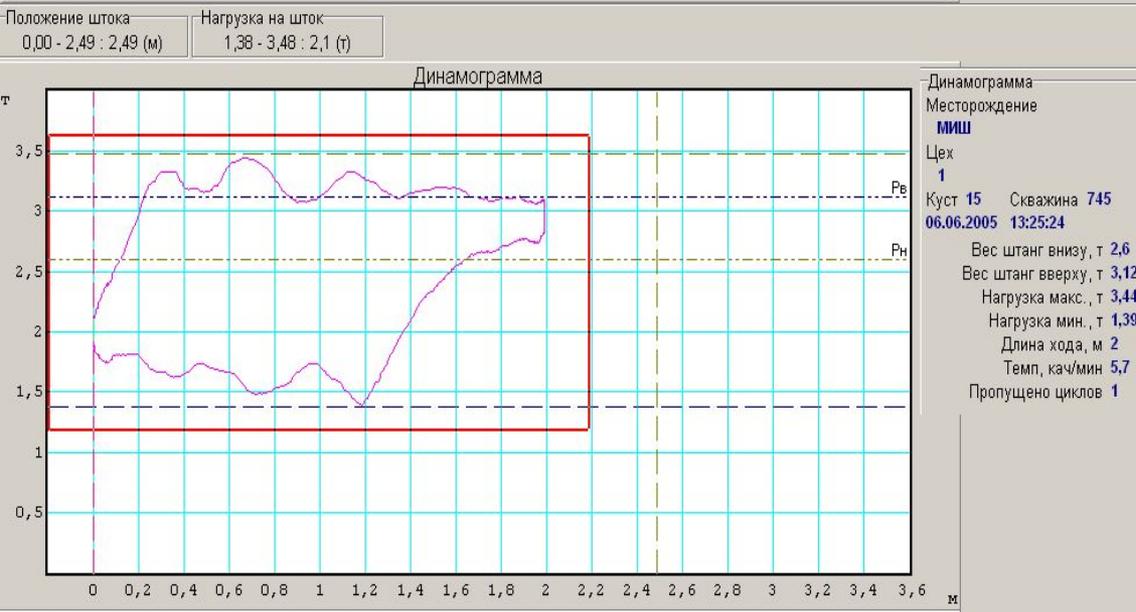
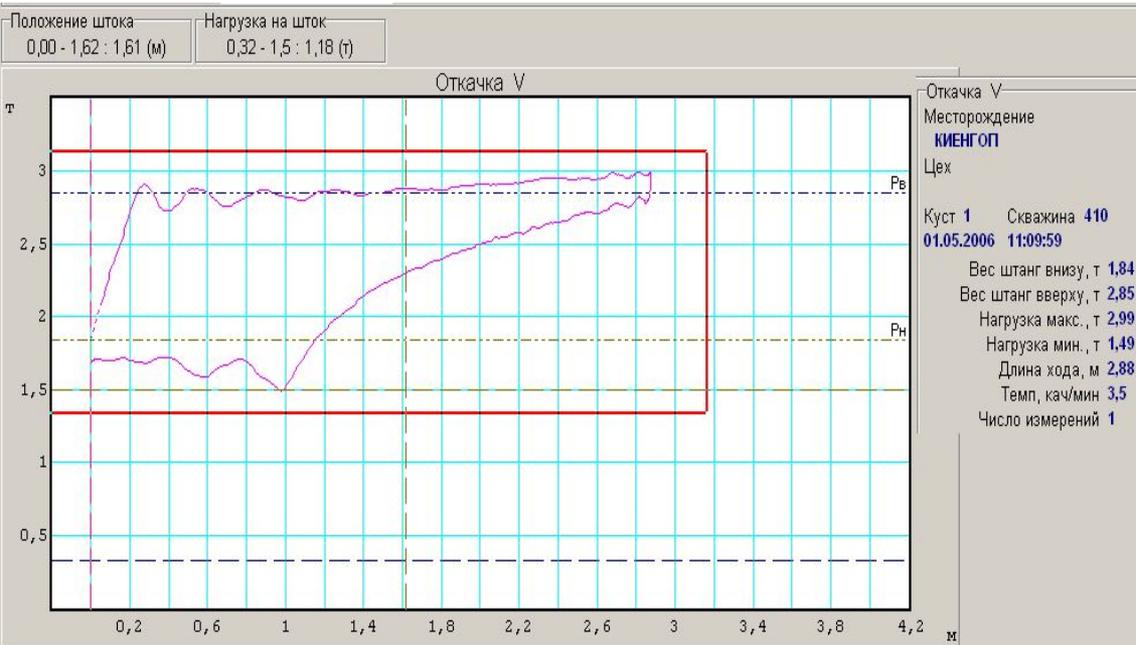


- 1. Низкий динамический уровень, много свободного газа, при ходе вниз он сжимается, что выражается в появлении длинной горизонтальной полочки
- 2. При начальном ходе вверх и вниз проявляются значительные силы трения (вертикальные отрезки)



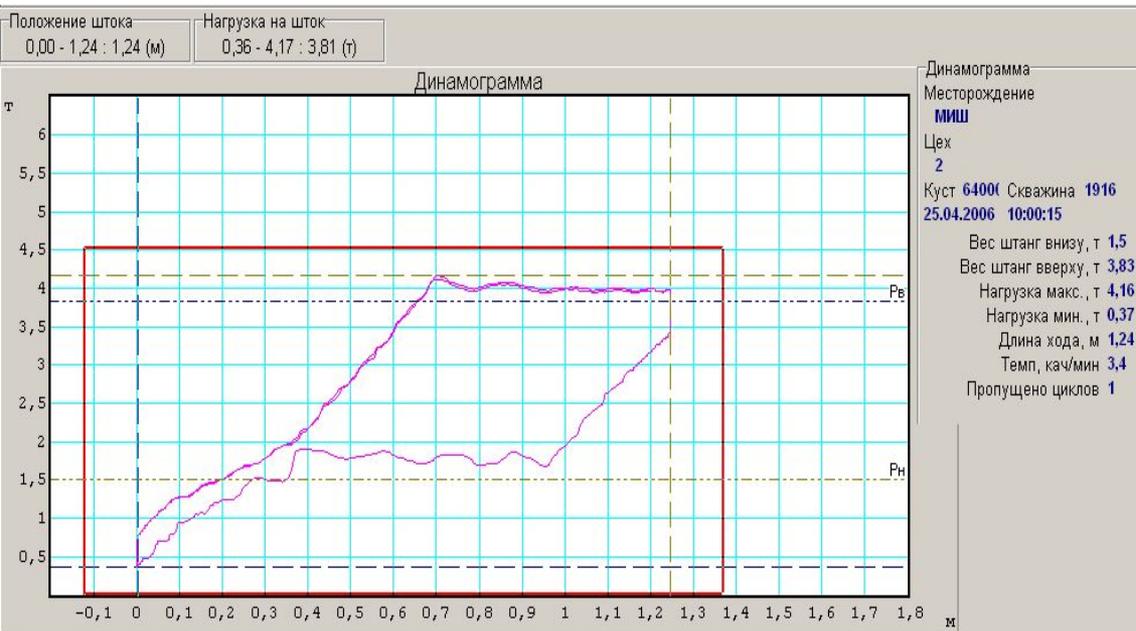
- «Пистолет» - низкий динамический уровень, наличие в насосе свободного газа
- Выделяется 4 участка при ходе вниз: трение, сжатие газа, разгрузка колонны, движение плунжера

Влияние свободного газа

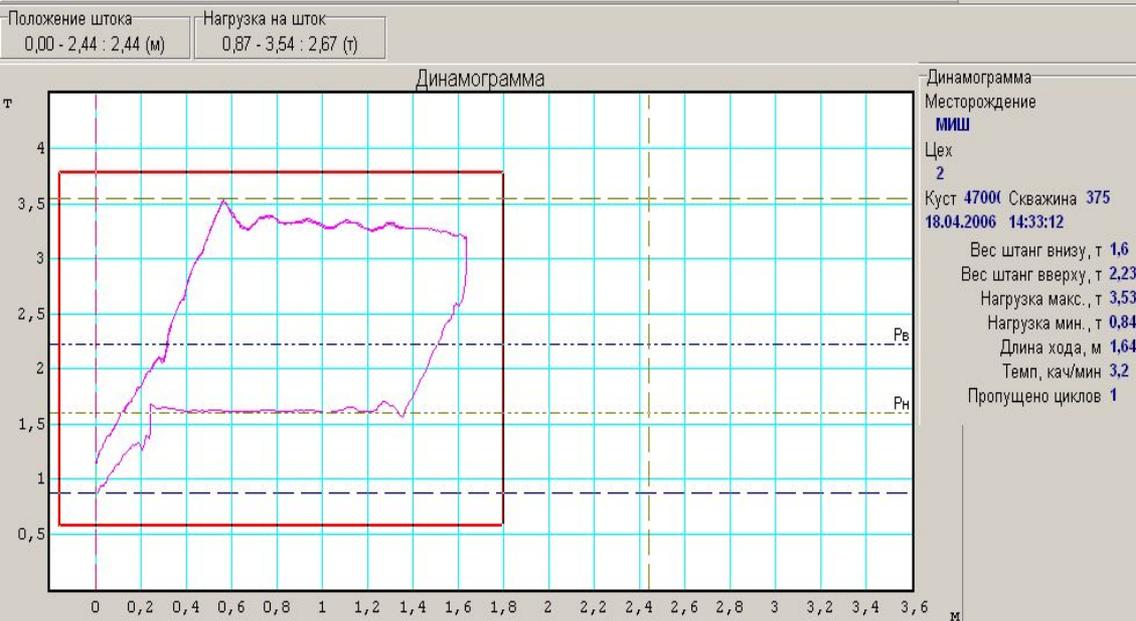


- Движение полированного штока и плунжера при ходе вниз происходит одновременно, т.к. газированная жидкость сжимается
- Выделяются 3 участка при движении вниз: трение, сжатие газированной жидкости и постепенная разгрузка колонны, движение плунжера
- Следует отличать от динамограмм с низким динамическим уровнем: при низком $H_{дин}$ при совмещении динамограмм линия разгрузки перемещается справа налево, при откачке с растворенным газом – слева направо (при большом газовом факторе – линия разгрузки перемещается хаотично вправо-влево)

Заклинивание плунжера



- Заклинивание в среднем положении (колонна при ходе вниз дополнительно разгружается, при ходе вверх воспринимает потерянную нагрузку)

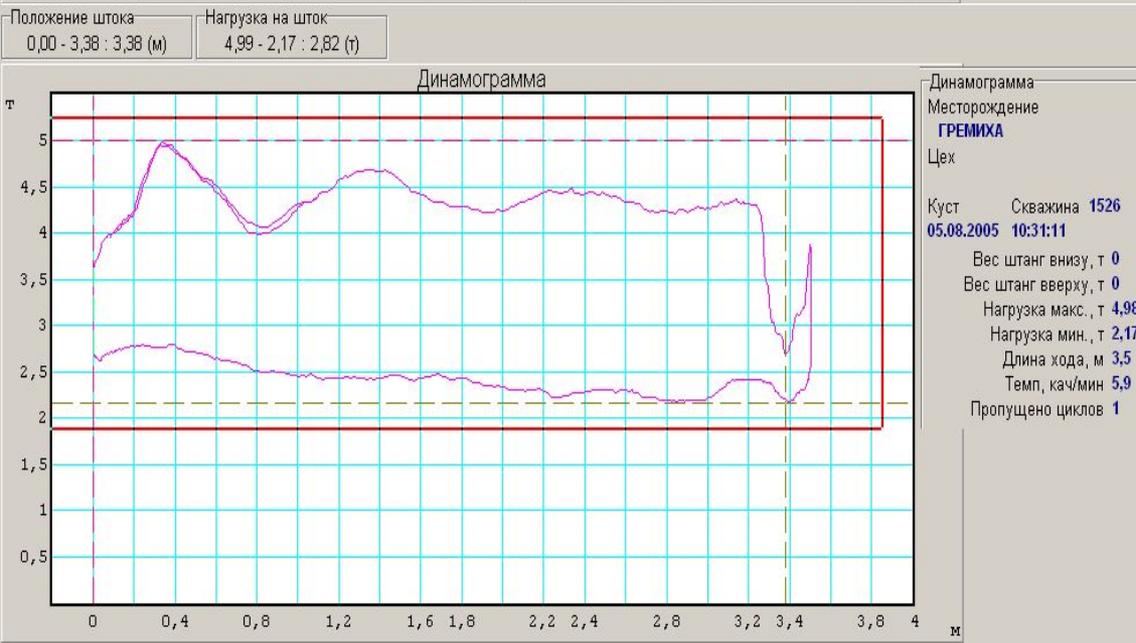


- Заклинивание плунжера в нижнем положении

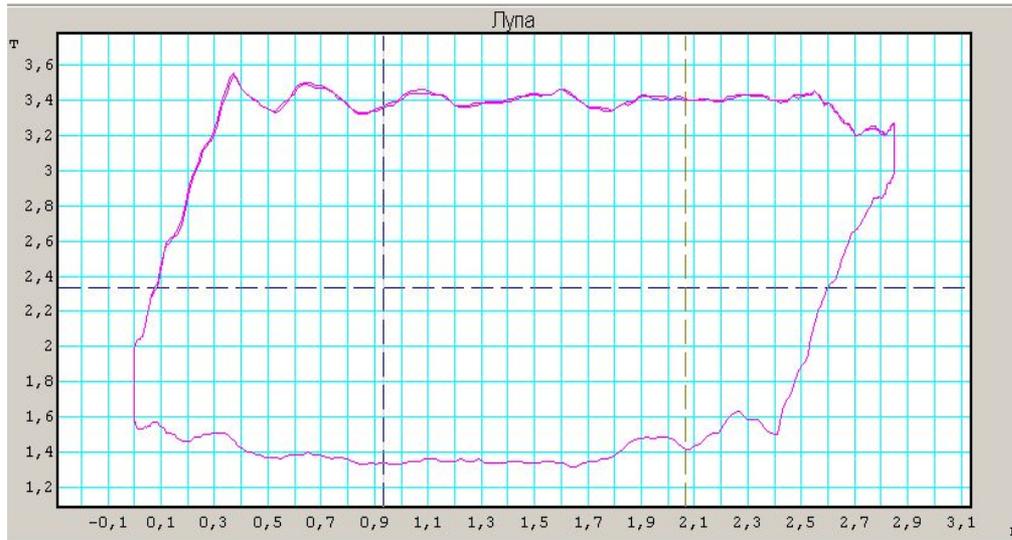
Выход плунжера из цилиндра



- 1. Выход плунжера из цилиндра: в конце хода вверх резкое уменьшение нагрузки до веса штанг, что вызывает интенсивные колебания колонны штанг
- статическая нагрузка в нижнем положении больше, чем в верхнем

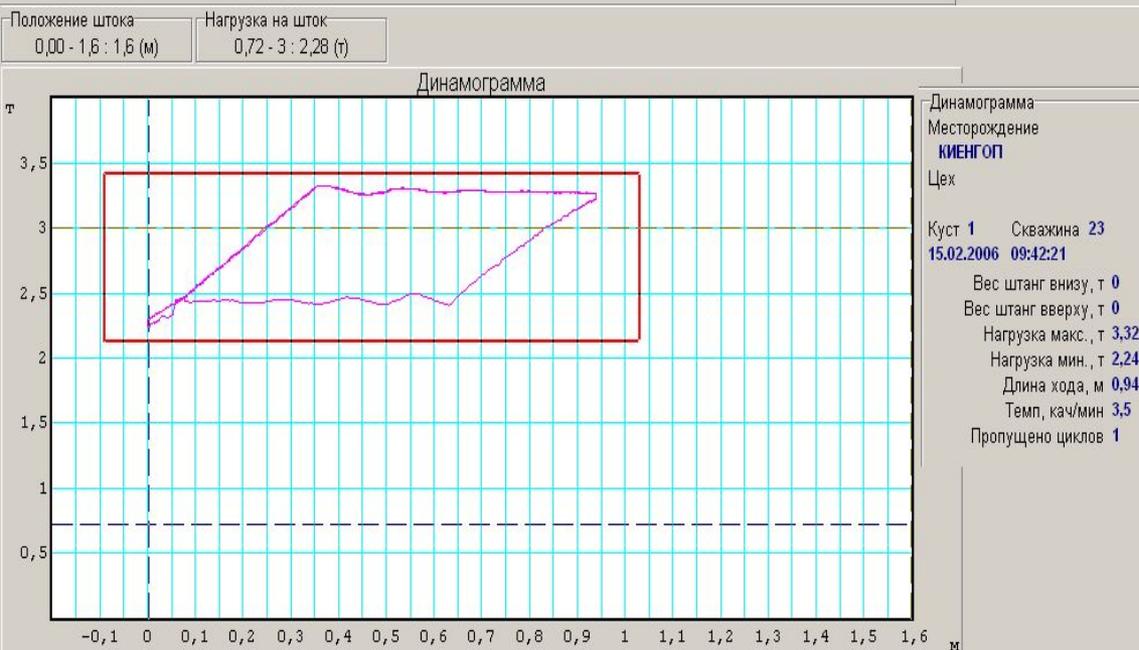
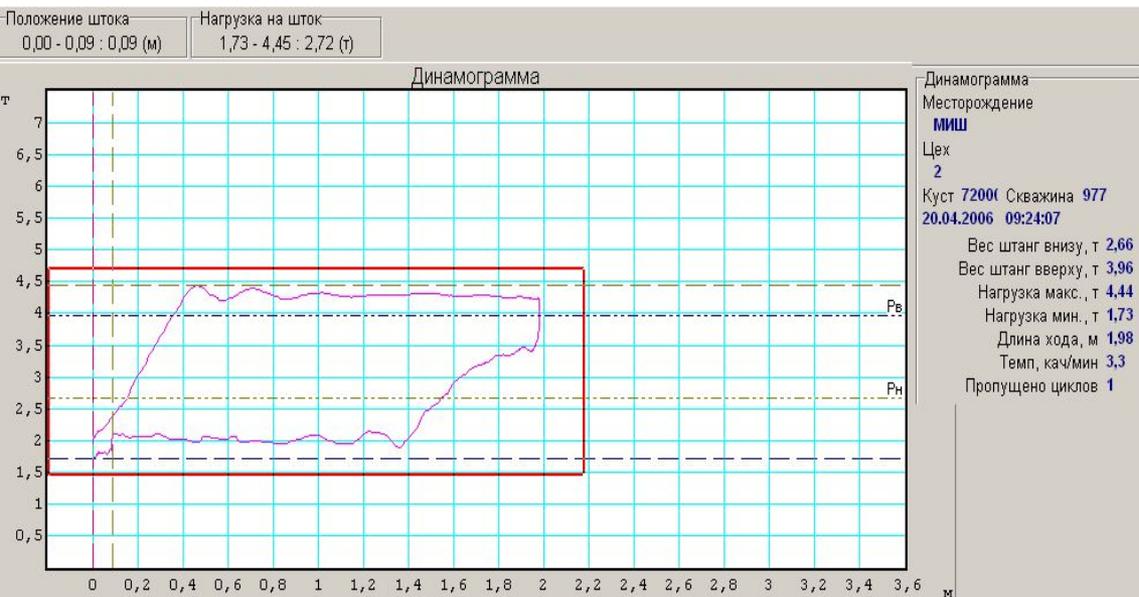


Высокая посадка плунжера



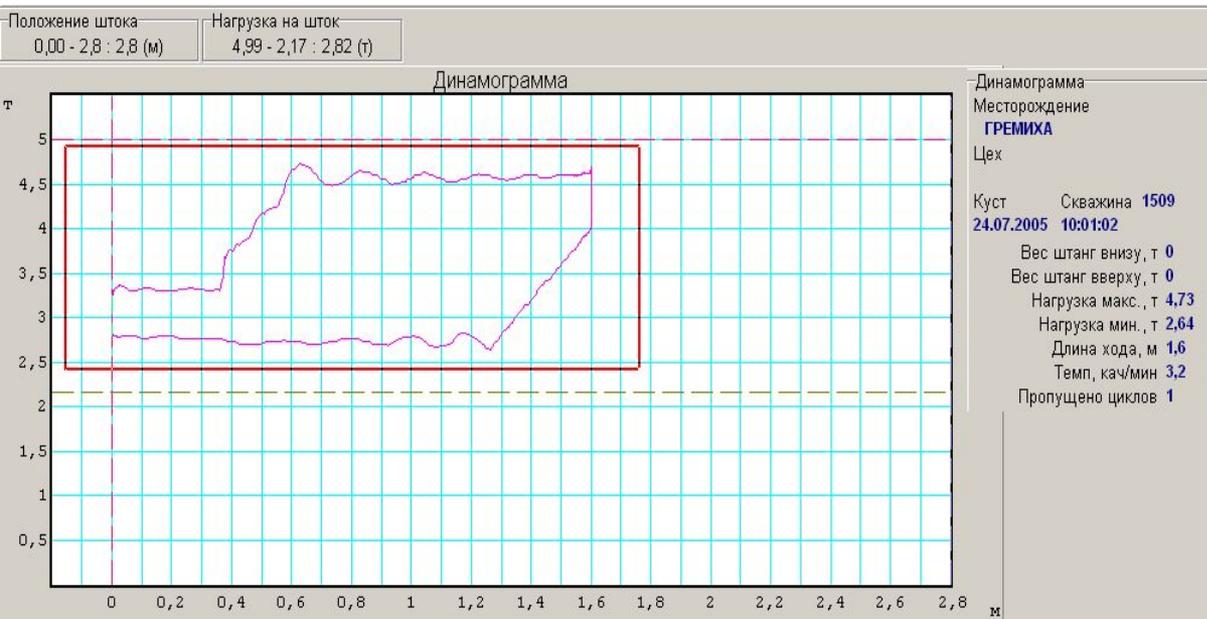
- Для НГН-2 высокая посадка проявляется в виде утечек жидкости под плунжер (как при утечках в нагнетательной части), штанги частично или полностью разгружаются еще до конца хода полированного штока вверх (в начале хода плунжера вверх утечки нет, она проявляется при подходе плунжера к в. м.т.)
- Для вставных насосов высокая посадка проявляется в виде петли в крайнем верхнем положении (плунжер не доходит до своего крайнего положения из-за ограничения упора цилиндра, полированный шток продолжает движение вверх, штанги дополнительно растягиваются, при ходе штока вниз сначала снимается дополнительное растяжение штанг, а затем начинается движение плунжера)

Низкая посадка плунжера

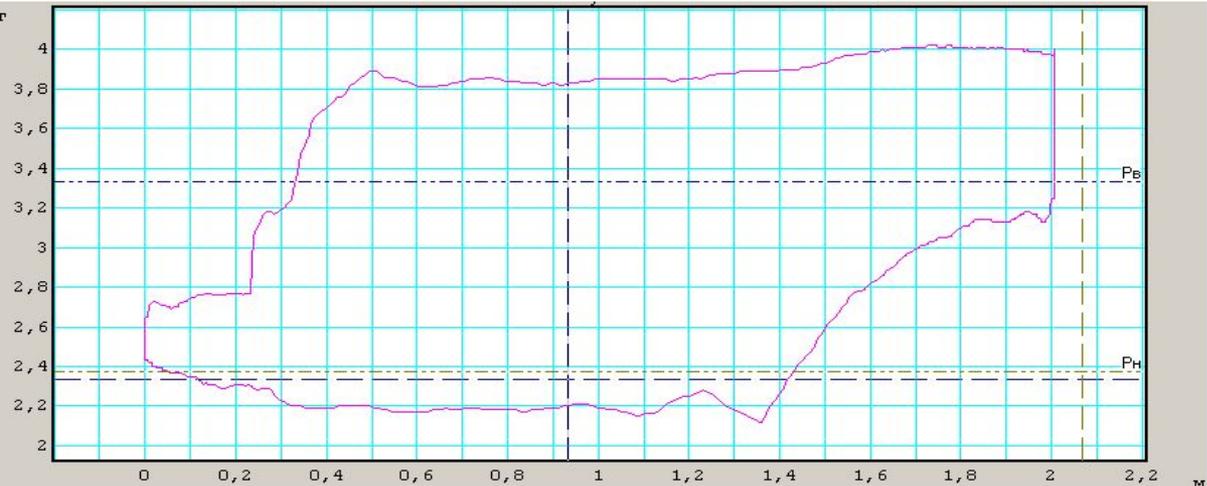


- Удар плунжера по клетке приемного клапана или о преграду, Плунжер останавливается раньше, чем полированный шток достигает крайнего нижнего положения, часть веса штанг передается на трубы, а полированный шток разгружается
- При ходе вверх сначала происходит восстановление длины штанг, а затем их нормальное растяжение
- Образование петли ниже линии минимального веса штанг (при плавном снижении нагрузки и отсутствии резкого стука петля записывается против часовой стрелки; при резком ударе петля записывается по часовой стрелке с перехлестом или без него)

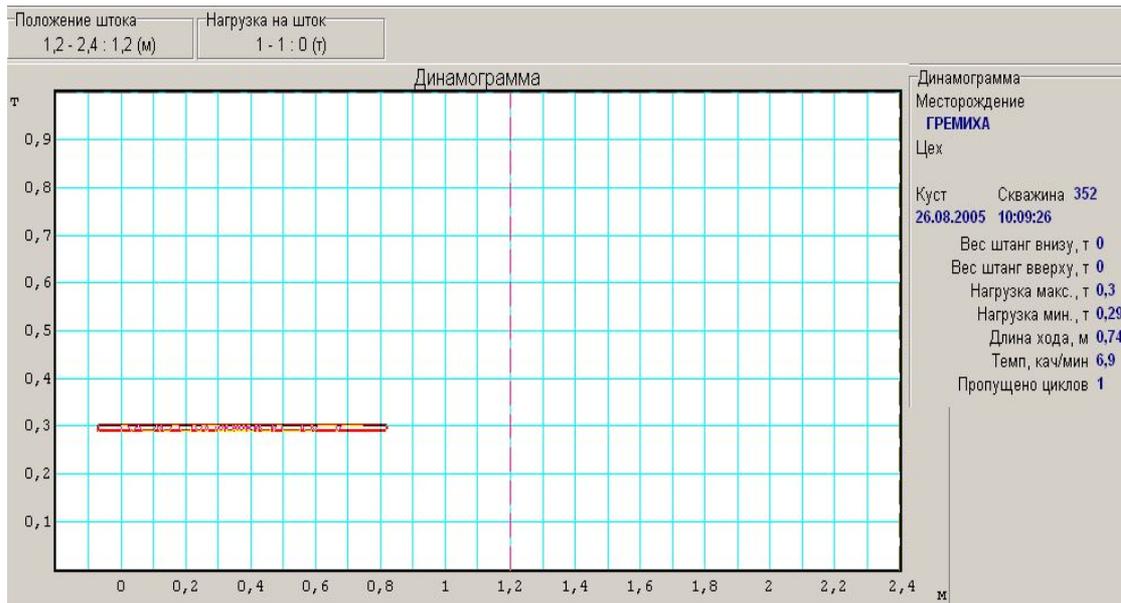
Запаздывание посадки шарика нагнетательного клапана



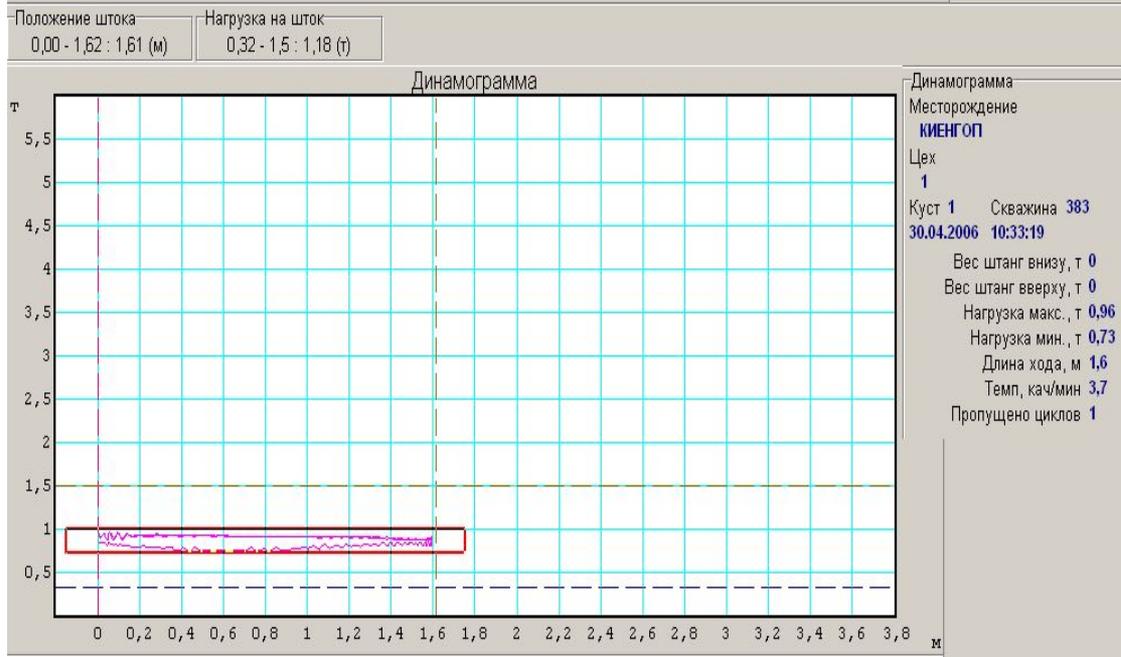
- В начале хода полированного штока шарик не садится в седло некоторое время, поэтому плунжер движется вместе со штоком. В момент посадки шарика нагрузка резко возрастает (вертикальная линия на динамограмме), дальнейшее движение плунжера с закрытым клапаном происходит как при нормальной работе насоса



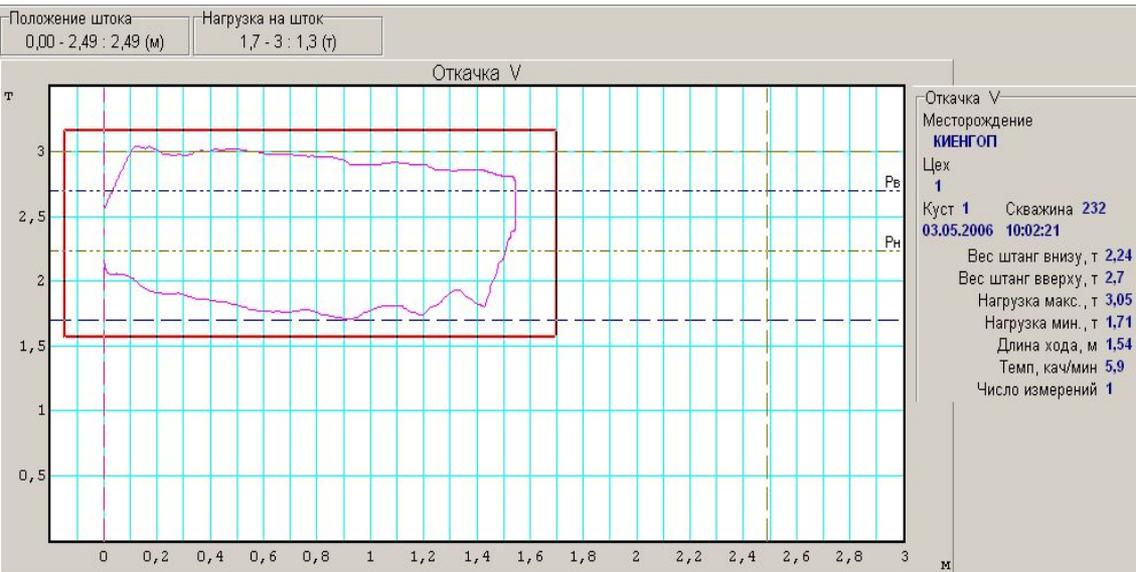
Обрыв или отворот штанг



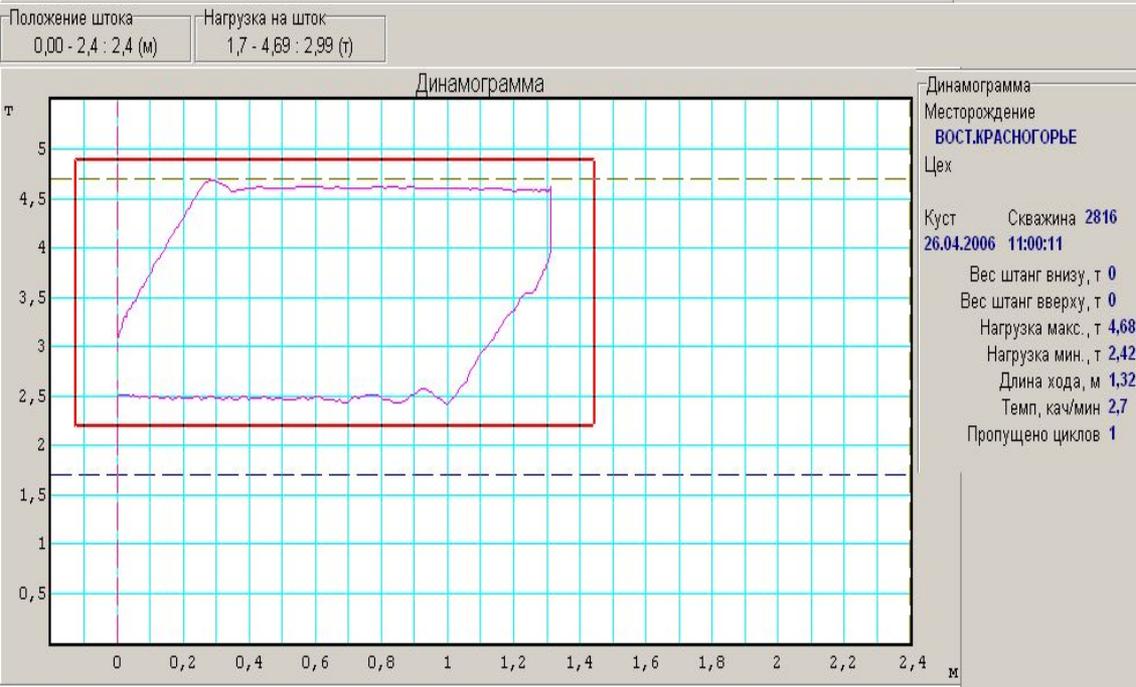
- Узкая горизонтальная петля (при ходе вверх и вниз нагрузки на полированный шток изменяется только на величину сил трения)
- Нет наклонных участков нагрузки и разгрузки колонны



Сильная затяжка сальников



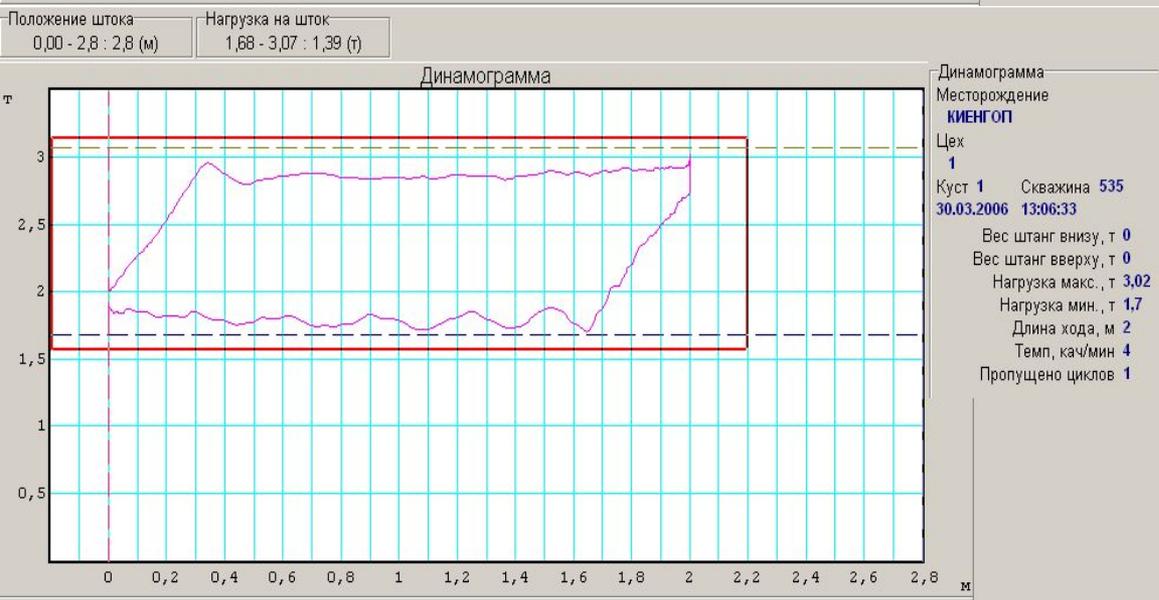
- Наличие вертикальных отрезков в начале и в конце хода полированного штока



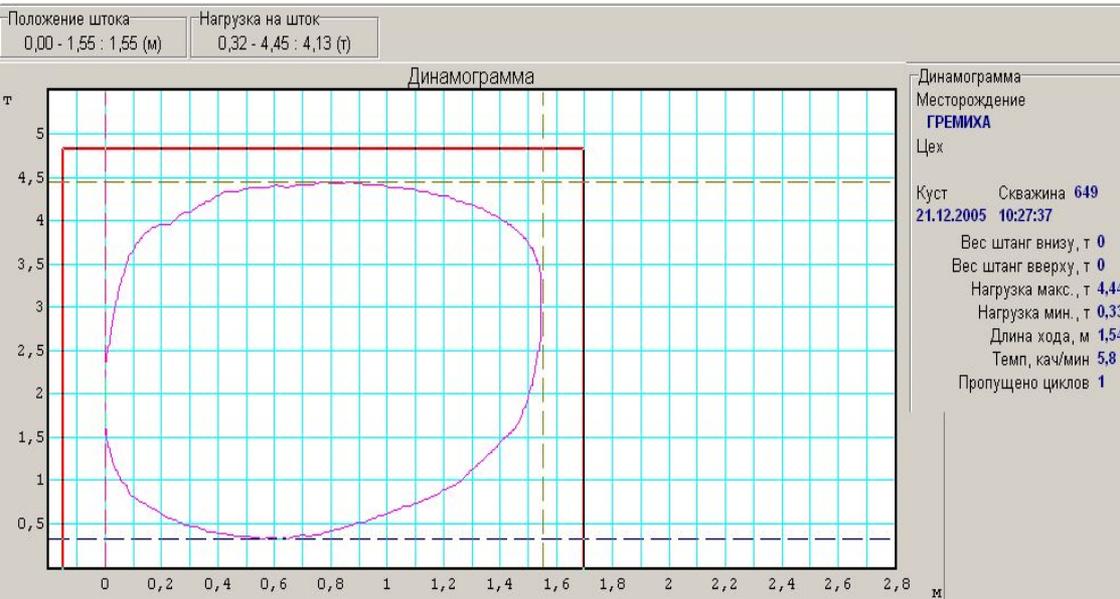
Короткий шток



- При подходе к верхнему положению штока нагрузка резко увеличивается, а перемещения штока нет
- Возможный удар о сальник

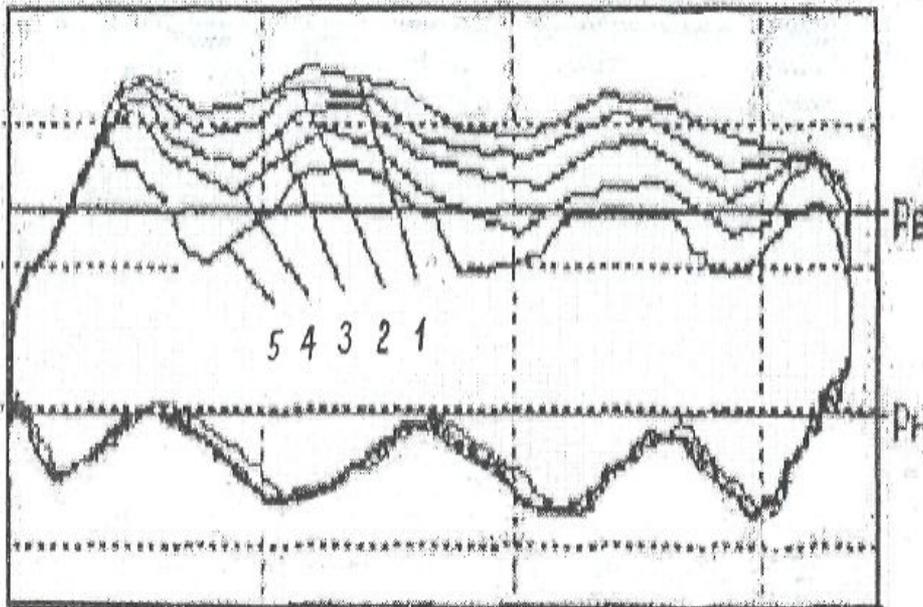


Запарафинивание



- Большая разница минимальной и максимальной нагрузок
- Сильно выгнутые участки восприятия нагрузки и разгрузки колонны
- Статические нагрузки значительно отличаются от динамических и разница между статическими тоже существенная (в отличие от утечек в обоих клапанах)
- Небольшая обводненность жидкости

Утечки в НКТ



- Сравнительный анализ нескольких наложенных динамограмм, снятых через определенные промежутки времени стоящей скважины (при условии нормальной работы насоса)
- Нагрузка при ходе вверх каждой последующей динамограммы меньше предыдущей
- При утечках в НКТ вблизи устья скважины нагрузка на шток практически не изменяется, поэтому утечки определяются по разнице фактически замерянного дебита и дебита, определенного по динамограмме (при условии нормальной работы насоса)

Расчет дебита по динамограмме

- **$Q = 1440 * F_{пл} * S * n * \eta$, $m^3/сут$**

- Где: $F_{пл}$ – площадь сечения плунжера, m^2

S – длина хода полированного штока, m

n – число качаний, кач/мин

η – коэффициент подачи насоса

$\eta = \frac{\text{длина хода плунжера}}{\text{длина хода полированного штока}}$