



CONTACT US

📍 050040 РК, г.Алматы, Бостандыкский район, улица Ауэзова, дом 175,н.п 9а

☎ +7 (727) 339-78-88 +7 (713) 274-28-88

🌐 www.ptly.kz

✉ info@ptly.kz



**Технология интенсификации добычи с помощью
закачки азотной пены**
氮气泡沫增产技术





Оглавление 目录



Компания РТ Longyuan PetroTex Kazakhstan Co., Ltd., основанная в 2014 г., имеет штаб-квартиру в пекинском научно-технологическом парке Ванцзин, в основном специализируется на оказании технических услуг в области нефтяного машиностроения и нефтепромысловом химическом производстве, является ключевым кооперативным подразделением пекинских высокотехнологичных предприятий и важным партнером Китайских нефтяных предприятий. В компании работает 323 сотрудника и 172 технических специалиста, которые занимаются проектированием, производством и строительством в области гидроразрыва пласта, заканчивания скважин, наклонно-направленных скважин, испытаний, колтюбинга, капитального ремонта, демпфирования, нефтехимического производства и механической обработки.

龙源恒通石油工程技术有限公司成立于2014年，隶属于北京一龙恒业石油工程技术有限公司子公司，总部位于北京望京科技园区，是以石油工程技术服务和油田化学品生产为主要，是北京市高新技术企业、中国石油企业的重点合作单位。公司现有人员323人，技术人员172人，具备压裂、钻井、完井、定向、测试、连续油管、大修、不压井作业、油田化学品生产、机械加工等设计、生产与施工能力。

Механизм действия азотной пены
氮气泡沫增产机理 - 01 -

Основные свойства и общее представление о пенной жидкости
泡沫流体基本性质及主要概念 - 04 -

Технология интенсификации добычи с помощью закачки азотной пены
氮气泡沫增产技术 - 07 -

Механизм действия азотной пены

氮气泡沫增产机理



Технология закачки азотной пены заключается в одновременной закачки в определённой пропорции воды азота и пенообразующего агента, создающего при соединении необходимый флюид с определёнными свойствами позволяющий повысить нефтеотдачу. При контакте с нефтью пена гасится, при контакте с водой устойчив. В местах с высоким содержанием воды пена блокирует воду. В нефтенасыщенных местах пена разрушается, уменьшая сопротивление, что эффективно расширяет охватываемый объём и улучшает коэффициент извлечения, увеличивая тем самым нефтеотдачу.

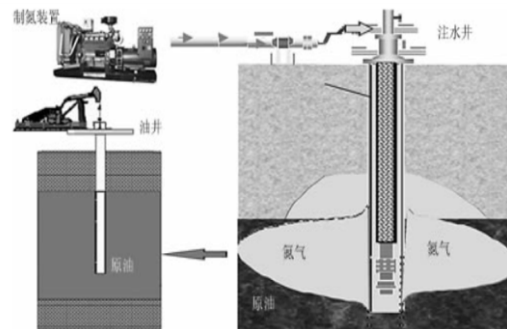
Его характеристиками являются:

- поддержание пластового давления и восполнение энергии на забое,
- выгодная роль расширения газа для вытеснения нефти,
- вход в некоторые низкопроницаемые нефтеносные каналы,
- куда затруднено поступление воды, перераспределение нефти, газа и воды.

氮气泡沫驱采油技术是在注水的同时按比例加入氮气和泡沫剂，利用水、氮气与泡沫剂相互作用的结果，在地下产生连续的稳定的泡沫驱替液。遇油消泡，遇水稳定。含水较高的地方泡沫大量存在，降低水相渗透率，从而阻止了水的进一步流动，使含水率下降；而原先注入载体不能波及的地方，含油饱和度较高，泡沫易于破裂，阻力相对减少，从而有效扩大了波及体积，有利于提高采收率。

技术特点:

- 保持地层压力，补充底层能量；
- 利于发挥气体膨胀驱油的作用；
- 进入水难进入的部分低渗透含油孔道；
- 使油气水三项重新分布。



Механизм действия 1: Увеличиваясь в объёме поднимает коэффициент полноты вытеснения. Эффект сопротивления, создаваемый потоком пены через поры резервуара, называется "эффект Жамена" или "эффектом воздушного сопротивления". Проникая по очереди в слои с высокой и низкой проницаемостью, увеличивает коэффициент диффузии, заполняя поры различных структур и вытисняя остаточную нефть.

Механизм действия 2: Адгезия

Пенообразующий агент является поверхностно активным веществом, распространяясь в нефтяном пласте понижает поверхностное натяжение, что улучшает вынос нефти.

Механизм действия 3: Упругость и газлифт

Азот как газ сам по себе имеет свойства упругости в купе с дифференциацией может вытеснять нефть на поверхность, так же незначительная часть растворённого в сырой нефти газа увеличив объём нефти улучшает коэффициент извлечения, депрессия создаваемая при гашении пены, потенциальная энергия, напряжение способствует побуждению к выносу флюида на устье.

机理1：增大波及体积系数提高驱油效率

泡沫液流通过储层孔喉时所产生的阻力效应，称“贾敏效应”或叫做“气阻效应”。依次进入高、低渗层，提高波及系数，填塞各种结构孔隙，驱替不连续的残余油。

机理2：乳化降粘作用

泡沫剂是表面活性剂，扩散在油层中能够降低油的表面张力，有利于原油流动。

机理3：弹性能作用、举升作用

氮气自身的弹性能和重力分异作用可以驱替残余油，以及少量氮气溶解或混合在原油中，增大原油体积，排除部分残余油。同时泡沫破裂所产生的压差、势能、张力也对原油起到一定的驱动作用。

开展了不同油品驱油效果对比实验研究，氮气泡沫驱技术在稀油上应用效果要好于普通稠油，为现场试验提供了可靠的技术保障。

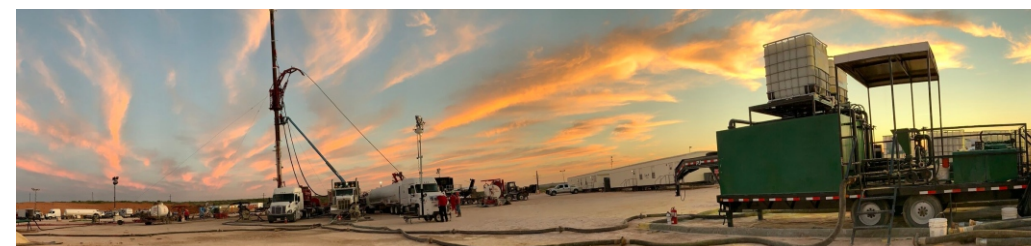
实验表明：在无油或者剩余油饱和度低于10%以下时，起泡剂能够很好的发泡封堵高渗透层，而含油饱和度高于10%以上，发泡剂受原油消泡作用，阻力因子大幅下降，因此可以看出，氮气泡沫驱主要封堵含油较低的高渗透层。



剩余油饱和度低于10%以下时



含油饱和度高于10%以上



Оптимизация параметров закачки 注采参数优化

Концентрация хим.реагентов.

Согласно лабораторным испытаниям выявлено что наилучший результат получается при концентрации 0,3%,однако учитывая фактор адсорбции.при начале закачке рекомендовано качать концентрацию 0,5%,до того момента пока давление закачки не начнёт расти и стабилизироваться.после снизить до 0,3% и ниже. Для водонагнетательного пласта с высокой проницаемостью перед закачкой азота в слой с высокой проницаемостью следует закачать большую дозу пенообразующего агента, чтобы он образовывал стенку пены перед газообразным азотом.Пена увеличит сопротивление просачиванию слоя нагнетания воды, что приводит к увеличению давления нагнетания, вытеснению жидкости в нефтяной слой с плохими физическими свойствами и увеличению охватываемого объёма закачки азота.

Оптимальное соотношение газа и жидкости

При вычислительном моделировании соотношений газа и жидкостей были использованы следующие пропорции 0.5:1, 1:1, 1.5:1, 2:1, 4:1.Результат вычислений показывает,что при высокой концентрации газа по соотношению к жидкостной части приводит к раннему прорыву эксплуатационной скважины.Оптимальное соотношение 1:1.

1.化学剂浓度

通过实验的方法得出，化学剂浓度为0.3%时效果较好，但考虑到油层预吸附作用影响，初期化学剂浓度应控制在0.5%，等注入井压力上升并趋于稳定后再降低浓度到0.3%以下。

对于高渗透的注水层，注氮气前要用大剂量的起泡剂注入高渗透层，使它在氮气的前沿形成一道泡沫墙，泡沫使注水层的渗流阻力增加，导致注入压力升高，迫使流体进入物性差的油层，提高注氮气的波及体积。

2.合理气液比

运用数模对气液比分别为0.5:1、1:1、1.5:1、2:1、4:1条件下氮气泡沫驱开采效果进行了模拟。计算结果表明，较大的气液比下，生产井容易较早的突破。



Основные свойства и общее представление о пенной жидкости 泡沫流体基本性质及主要概念



Образование вспененной жидкости 泡沫流体的形成



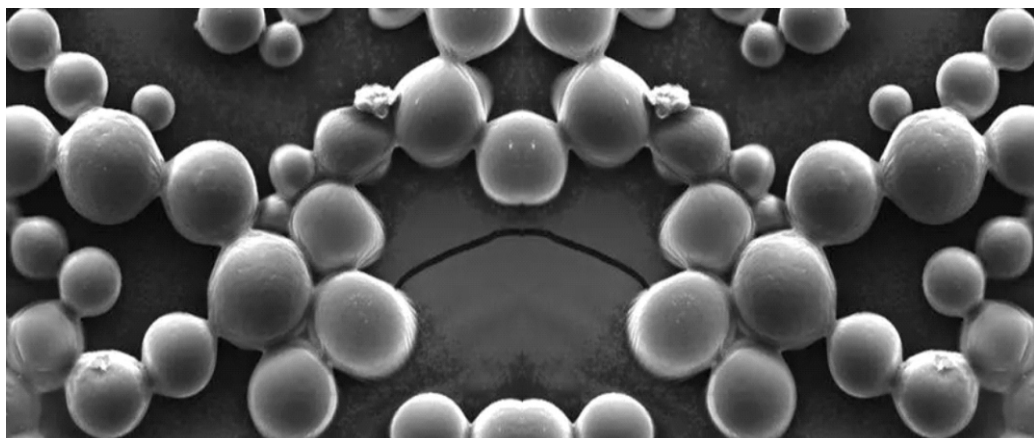
Пенообразующий агент: ПАВ, Снижает поверхностное натяжение воды, образуя стабильную пену
Газ: Азот

起泡剂: 表面活性剂，减少水的表面张力，形成稳定的泡沫
气 体: 氮气



Основные свойства пенистых жидкостей

泡沫流体的基本性质



Пенный флюид имеет низкую плотность и легко регулируется, давление столба скважинной жидкости низкое, а расширение пенного газа может обеспечить энергию для обратного притока, что подходит для скважин с низким давлением и скважин с поглощением циркуляции.

Пена избирательна по отношению к проницаемости пласта, а закупоривающий эффект не мал, то есть пена оказывает сильное закупоривающее действие на высокопроницаемые пласты, но слабое закупоривающее действие на низкопроницаемые пласты.

разрушается при контакте с нефтью и устойчива при контакте с водой.

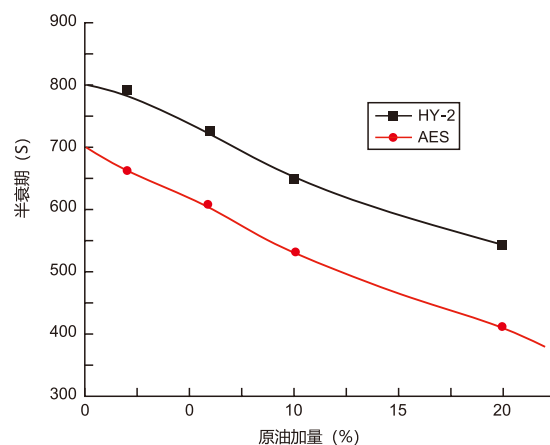
泡沫流体密度低且方便调节，并筒液柱压力低，并且泡沫气体膨胀能为返排提供能量，适用于低压井和漏失井。

泡沫对地层渗透率有选择性，堵大不堵小，即泡沫对高渗透层具有较强的封堵作用，而对低渗透层的封堵作用较弱。

泡沫对油层有选择性，泡沫遇油消泡，遇水稳定，堵水层不堵油层，泡沫对水层具有较强的封堵作用。

Оценка нефтестойкости пенной жидкости

泡沫流体的抗油评价

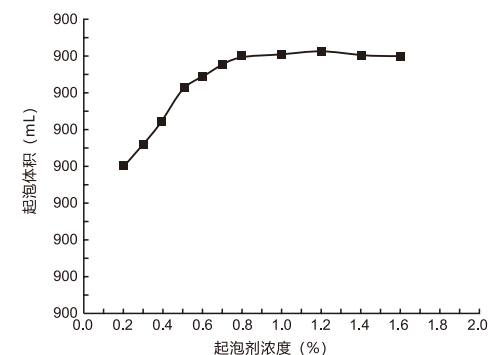


Разрушение пенного раствора при малых концентрациях нефти незначительное. Однако при увеличении концентрации нефти увеличивается и разрушаемость пены. Это связано с тем, что сырая нефть оказывает ингибирующее и разрушающее действие на пену. Независимо от того, какой пенообразователь используется для приготовления пены, стабильность будет снижаться после контакта с нефтью.

少量的原油对泡沫的稳定性影响不大，但随着原油加量的增加，泡沫的稳定性就会下降。这是因为原油对泡沫有抑制和破坏作用，无论用何种起泡剂配制的泡沫，接触油类后稳定性都会有所下降。

Оценка концентрации пенообразующих жидкостей

泡沫流体的浓度评价

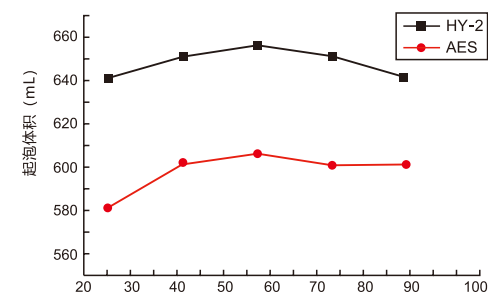


С увеличением концентрации пенообразователь начинает увеличиваться, и объем пенообразования также увеличивается, но после превышения 0,5% объем пенообразования почти не меняется, что свидетельствует о достижении критической концентрации мицеллообразования, поэтому 0,5% используется как оптимальная пенообразующая концентрация пенообразователя.

起泡剂开始随着浓度的增加，起泡体积也随之增加，但是在超过0.5%以后，起泡体积几乎不再变化，说明已经达到了临界胶束浓度，所以将0.5%作为起泡剂的最佳起泡浓度。

Температурная оценка пенообразующих жидкостей

泡沫流体的温度评价

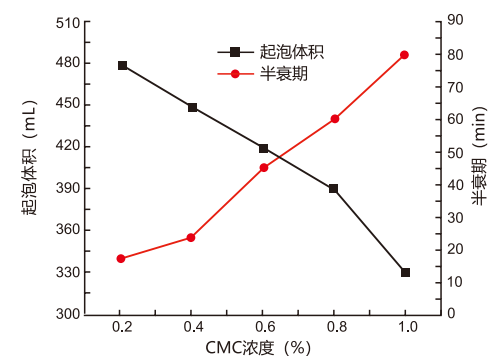


Температура практически не влияет на объем вспенивания. Во время закачки пена находится в состоянии высокого давления, и явления испарения жидкой плёнки происходить не будет, а стабильность намного превышает результаты лабораторных экспериментов.

起泡体积受温度的影响很小，在井筒施工条件下，泡沫处于高压状态，不会产生液膜蒸发的现象，稳定性要远大于实验的结果。

Оптимизация стабилизаторов пены для пенообразующих жидкостей

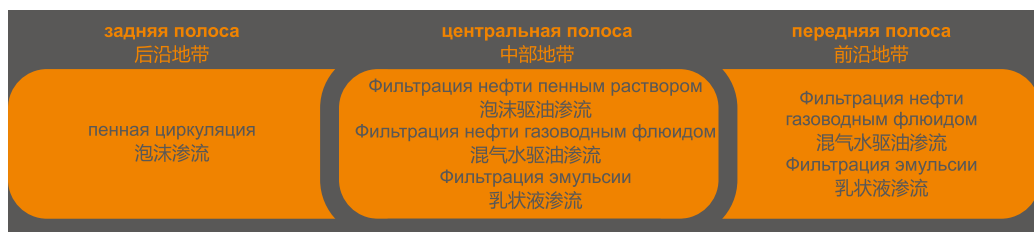
泡沫流体的稳泡剂的优选



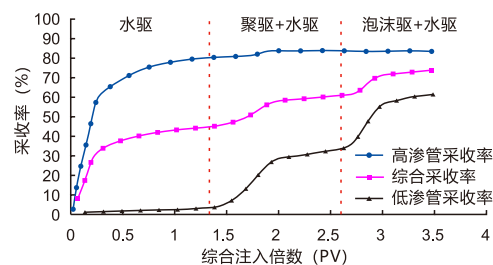
Стабилизаторы пены СМС обладают хорошим пеностабилизирующим эффектом. Учитывая такие факторы, как сложность пенообразования и стабильность пены в конечном итоге рекомендуется использовать (0,3-0,4)% СМС в качестве стабилизирующей системы.

CMC两种稳泡剂均有较好的稳泡效果，考虑起泡的难易程度、泡沫的稳定性等方面的因素，最终推荐选用 (0.3-0.4) %CMC作为稳定剂体系。

Технология интенсификации добычи с помощью закачки азотной пены 氮气泡沫增产技术



По мере того как месторождение переходит в средние и поздние стадии добычи, Традиционные методы стимуляции не дают должного эффекта, а некоторые работы и вовсе не представляются возможными. Технология интенсификации добычи с помощью закачки азотной пены на средних и поздних стадиях добычи является одним из эффективных методов повышения нефтеотдачи.



В пилотном испытании закачки азотной пены на нефтяном месторождении Чжунъюань группа скважин 12-152 блока Ху 12. Пятого завода по добыче нефти нефтяного месторождения Чжунъюань закачала в общей сложности 155 000м³ азота и 1500 м³ ПАВ, что дала ежедневный прирост дебита нефти на 9 тонн.

中原油田氮气泡沫调驱先导试验, 中原油田采油五厂胡12块12-152井组, 截止目前, 共注入氮气15.5万立方米, 活性剂1500立方米, 对应井组日增油9吨。

随着油田挤入开发中后期, 采用常规开采手段往往不能对油气进行有效的开发。对于低压、漏失、水敏地层, 采用常规入井液进行洗井, 冲砂等作业时, 漏失严重, 甚至不能建立正常的洗井循环, 造成地层污染, 降低油井产能, 影响到作业效果。另外, 一些油藏非均质性严重, 层间、层内矛盾突出, 在酸化、注水的过程中, 注入流体沿高渗层窜流严重, 波及体积小, 常规增产手段一般难以取得理想的效果。

氮气泡沫驱技术是非均质油藏中后期提高采收率的有效方法, 该技术即可以提高波及体积, 也可以提高洗油效率。



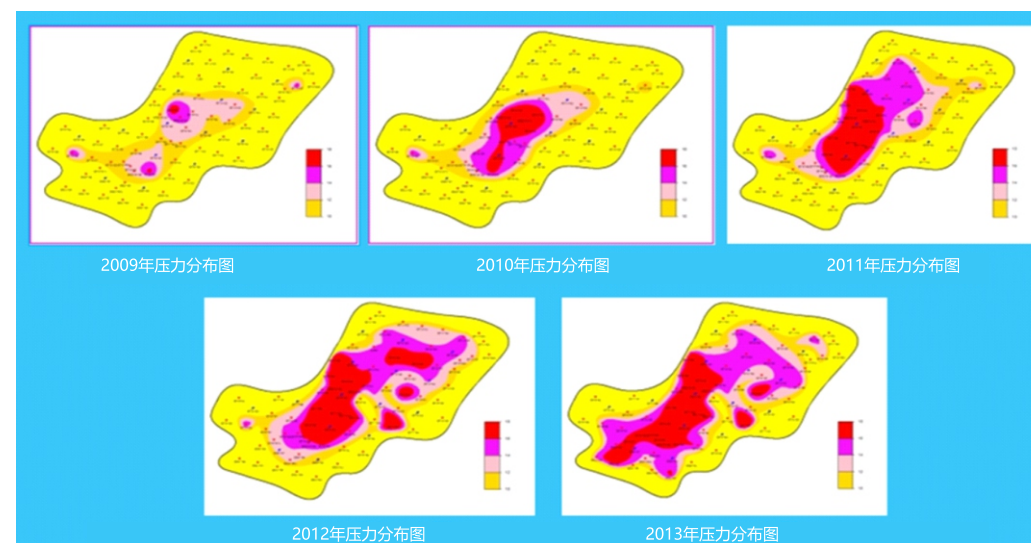
Новая технология по закачке азотной пены, реализованный на группе скважин ТК425СН на месторождении Тахе, позволил увеличить дебит нефти более чем на 10 000 тонн, а среднее содержание воды снизилось с 55% до 0,3%. После открытия скважины дебит нефти увеличился с 2,33 тонн до 23,4 тонн в сутки. Эффективный период превысил 400 дней, а добыча нефти продолжает расти.

在塔河油田TK425CH井组实施的氮气强化泡沫驱新工艺增油超过10000吨, 平均含水由55%下降到0.3%, 开井后自喷生产, 日增油由2.33吨上升到23.4吨, 有效期已经超过400天且仍在持续增油中。



В добывающей зоне Сабей была применена технология закачки азотной кислоты.Общее количество произведенных работ на 3х скважинах составило 81день.Общий объём закаченного пенообразующего агента 4477м³,азота 100.7*104м³.соотношение газа и жидкости 1.12:1.общий объём закаченного флюида 9512м³.после окончания работ,объём закачиваемой жидкости, приёмистость увеличилось.после 81дня по закачке азотной пены, общий объём дебита увеличился до 2569т.Срок действия центральной скважины составляет 12 месяцев, коэффициент ввода-вывода составляет 1: 2,08, а экономические выгоды значительны.

萨北开发区水驱井上进行了氮气泡沫驱工艺, 3口井工施工81天, 累计注入泡沫剂4477m³, 注氮气5035m³, 气液比1.12:1, 累计地下气液总体积9512m³; 措施后, 注水启动压力有所上升, 吸水剖面得到改善, 经过81d氮气驱后, 累计增油2569t, 中心井有效期长达12个月, 投入产出比1:2.08, 经济效益显著。



В добывающей зоне Сабей была применена технология закачки азотной кислоты.Общее количество произведенных работ на 3х скважинах составило 81день.Общий объём закаченного пенообразующего агента 4477м³,азота 100.7*104м³.соотношение газа и жидкости 1.12:1.общий объём закаченного флюида

萨北开发区水驱井上进行了氮气泡沫驱工艺, 3口井工施工81天, 累计注入泡沫剂4477m³, 注氮气5035m³, 气液比1.12:1, 累计地下气液总体积9512m³; 措施后, 注水启动

9512м³.после окончания работ,объём закачиваемой жидкости, приёмистость увеличилось.после 81дня по закачке азотной пены, общий объём дебита увеличился до 2569т.Срок действия центральной скважины составляет 12 месяцев, коэффициент ввода-вывода составляет 1: 2,08, а экономические выгоды значительны.

压力有所上升, 吸水剖面得到改善, 经过81d氮气驱后, 累计增油2569t, 中心井有效期长达12个月, 投入产出比1:2.08, 经济效益显著。