

Упрощенный подход к операции цементирования скважины как к «проекту»

A Simplistic Thought on Well Cementing Operation as a “Project”

Годвин Чидибере НВАФОР, координатор по внутрискважинным работам, «Галф Марин Сервисез» (GMS); Абу-Даби, Объединенные Арабские Эмираты (ОАЭ), степень бакалавра (химическая технология) и кандидата наук (проектирование трубопроводов)

Godwin Chidiebere NWAFOR, Well Services Coordinator; Gulf Marine Services (GMS), Abu Dhabi, United Arab Emirates (UAE); Higher National Diploma (HND) – Bachelor's Degree Equivalent (Chemical Engineering) & Post Graduate Diploma (Piping Design Engineering)

В настоящее время Годвин Чидибере Нвафор работает в компании «Галф Марин Сервисез» (GMS) в Абу-Даби, Объединенные Арабские Эмираты, в качестве координатора по внутрискважинным работам. Он – основное связующее звено между GMS, заказчиком и субподрядчиками на самоподъемных баржах по любым операционным или договорным вопросам, обеспечивает качественное и эффективное выполнение работ по планированию, выполнению и оценке внутрискважинных работ (строительство скважин, внутрискважинные работы и КРС) для заказчиков компании GMS на Ближнем Востоке. Ранее Годвин занимал должность полевого супервайзера (консультанта по услугам ГНКТ и закачки под давлением) и предоставлял консультационные услуги для компании «Нэшнл Петролеум Сервисез» (NPS) в Саудовской Аравии в следующих направлениях: операции по закачке под давлением, кислотные обработки на ГНКТ, управление проектами, координация работ и полевой супервайзинг. Перед этим Годвин 2 года работал в качестве консультанта в Нигерии на работах по цементированию скважин и закачке под давлением для различных клиентов. Ранее Годвин проработал 6 лет в компании «Шлюмберже» в Нигерии. Сначала на позиции полевого специалиста обеспечивал супервайзинг и выполнение работ по цементированию скважин на суше, на шельфовых и глубоководных проектах. Затем он работал на позиции сервисного координатора в Центре планирования внутрискважинных работ в г. Порт-Харкорт, Нигерия. В обязанности входило управление активами, управление складским хозяйством; полевое сопровождение работ по цементированию скважин.

Диплом о высшем образовании государственного образца (степень бакалавра) по специальности «химическая технология» Годвин получил в 2008 году в Институте менеджмента и технологий (IMT) в г. Энугу, Нигерия. Диплом о послевузовском образовании по специальности «проектирование трубопроводов» он получил в 2012 году в Технологическом институте в штате Махараштра, Индия. Степень магистра делового администрирования по специальности «управление проектами» он получил в 2016 году в Открытом университете Венкатешвара в г. Итанагар, Индия. Также Годвин окончил программу консультантов по устойчивому развитию в Университете Джорджия Саутерн (США) в 2016 году.

Годвин является членом следующих профессиональных сообществ: член – Американский институт инженеров-химиков; зарегистрированный инженер в химической технологии – Совет по управлению производством Нигерии (COREN); член – Общество инженеров (SOE), Великобритания; член – Международная ассоциация инженеров (IAENG), Гонконг; практикующий специалист – Чартерный институт качества (CQI), Великобритания; профессиональный инженер – Общество профессиональных инженеров (SPEng), Великобритания; менеджер проекта (MPM®) – Американская академия управления проектами (AAPM®); специалист – Международный институт управления рисками и безопасностью (IIRSM), Великобритания.



Godwin Chidiebere Nwafor currently works for Gulf Marine Services (GMS), based in Abu Dhabi, United Arab Emirates (UAE) as a Well Services Coordinator (WSC) where he is the main link between GMS, client and sub-contractors on board GMS' jack-up barges for all well services operational and contractual issues. He provides service delivery and operational excellence in the planning, wellsite execution and evaluation of well services operations (well construction, well intervention and workover) for GMS' Middle Eastern clients. Godwin previously

was an Oilfield Engineering Supervisor (Coiled Tubing & Pressure Pumping Consultant) consulting for National Petroleum Services (NPS) in Saudi Arabia in the areas of pressure pumping operations, acid stimulation through coiled tubing, project management, service coordination and wellsite supervision. Prior to this, he spent 2 years as an Oilfield Consultant in Nigeria working on well cementing operations and pressure pumping services for various clients. Initially, Godwin spent 6 years with Schlumberger Plc. in Nigeria working firstly as a Well Services Field Specialist providing wellsite supervision and execution of well cementing operations and pumping services on land, swamp, off-shore and deep-water rig installations; and later on as an Operations Service Coordinator for the Well Services Operations Planning Center (OPC) based in Port Harcourt Nigeria providing asset planning, inventory control, field and operations support for Cementing Services in the Schlumberger NGA GeoMarket.

Godwin earned a Higher National Diploma – HND (US Bachelor's Degree Equivalent) in Chemical Engineering from the Institute of Management & Technology (IMT) Enugu, Nigeria in 2008; a Post Graduate Diploma (PGDip) in Piping Design Engineering from the Maharashtra Institute of Technology (MIT) Pune, India in 2012, and an Executive MBA in Project Leadership & Management from the Venkateshwara Open University Itanagar, India in 2016. He also earned the Sustainability Advisor Certificate Program from Georgia Southern University, USA in 2016.

Godwin is affiliated to the following professional organization; Member – American Institute of Chemical Engineers (AIChE); Registered Chemical Engineering Technologist – Council for the Regulation of Engineering in Nigeria (COREN); Corporate Member (MNATE) – Nigerian Association of Technologists in Engineering (NATE); Member – Society of Operations Engineer (SOE) UK; Member – International Association of Engineers (IAENG) Hong Kong; Practitioner – Chartered Quality Institute (CQI) UK; Fellow & Professional Engineer – Society of Professional Engineers (SPEng) UK; Fellow & Master Project Manager (MPM®) – American Academy of Project Management (AAPM®), and Specialist Fellow – International Institute of Risk and Safety Management (IIRSM) UK.

Введение

Как правило, цементирование скважины рассматривается как единичная операция. Однако успешность цементирования напрямую влияет на производительность скважины и конечный коэффициент извлечения нефти и газа. Известно, что цементирование является критически важным этапом жизненного цикла любой скважины, поскольку именно цементирование обеспечивает устойчивость ствола скважины во время бурения, заканчивания, добычи, внутрискважинных работ, КРС и консервации скважины. Зачастую цементирование рассматривается «с точки зрения операции», а не «с точки зрения проекта». С одной стороны, для выполнения временных проектов перед персоналом ставятся уникальные задачи для достижения определенных целей. С другой стороны, операции обеспечивают долговременное и бесперебойное функционирование компании и предоставление услуг согласно заданному плану.

Сравнение проектной и операционной деятельности

Согласно определению Института проектной деятельности (PMI), «*проект – это временная деятельность, направленная на создание уникального продукта, услуги или результата*» (руководство по основам проектной деятельности, 2013).

Проектная деятельность является **уникальной**. Операционная деятельность не является уникальной. Фактически именно по этой причине организации и команды составляют руководства и процедуры для выполнения одинаковых рутинных работ.

Проект является **временной** деятельностью с определенной датой начала и конца работ, определенным объемом работ и ресурсами. Проекты являются разовыми, они существуют временно. У проектов есть этапы начала работ, выполнения работ и завершения работ. Проект заканчивается либо при выполнении поставленных задач, либо в случае, если поставленные задачи теряют актуальность, либо при отсутствии денежных/временных ресурсов. С другой стороны, операционная деятельность выполняется все время (хотя иногда она может быть сопряжена с большими осложнениями, что может привести к ее полной остановке) и продолжается в течение длительного времени.

Как правило, проекты сопряжены с большим количеством неопределенных **рисков**. При операционной деятельности уже имеется опыт преодоления возникающих осложнений, которые уже зафиксированы в руководствах и процедурах. Таким образом, количество рисков в операционной деятельности значительно меньше.

Проекты ориентированы на выполнение поставленных задач, в то время как операционная деятельность направлена на достижение определенных измеримых показателей. Конечной целью проекта является выполнение пула задач, которые приведут к определенному состоянию в будущем. **Фокус** операционной деятельности сосредоточен на выполнении ключевых показателей эффективности.

Introduction

Even though well cementing operation is often viewed as a one-time event, its success is fundamental to the overall well performance and total hydrocarbon recovery of any oil and gas well. It is a known fact that cementing operation is a critical phase in the entire lifecycle of every oil and gas well since it provides and maintains wellbore integrity and stability during the drilling, completions, production, stimulation/enhancement, workover and abandonment of an oil and gas well. Most often, well cementing operations are viewed from the “*operation perspective*” rather than the “*project perspective*”. Projects are temporary and unique initiatives created to achieve a specific objective for an organization. Operations on the other hand ensure a business or an entity continues to operate as expected and continue to provide its services without discontinuity or issues.

Projects vs Operations

According to the Project Management Institute (PMI), “*a project is a temporary endeavor undertaken to create a unique product, service or result*”. (A Guide to the Project Management Body of Knowledge, 2013)

Project work is unique. Operations work is not unique. In fact, because of that, organizations and teams create operational procedures to handle similar repetitive work.

A project is **temporary** in that it has a defined beginning and end in time, and therefore defined scope and resources. Projects are one offs – they exist for a temporary duration. They are initiated, and then they exist for a period of time and then completed, closed and done with. A project will be finished when its objectives are met or are no longer valid, and/or it runs out of time/money. While operations on the other hand are created with the intention of being there forever (while from time to time they also could transform into something very different or cease to exist completely), and they exist for a long time.

Projects generally involves dealing a lot of unknowns (**risks**). Operations deal with things that have been dealt with in the past and thus have an operational procedure. Thus, the amount of risk associated with operations is relatively less.

Projects tend to be more objective-focused, while operations are metrics-focused. End-goal of projects are to ensure a set of objectives related to the future state is met. On the operations-side, the **focus** is to meet key-performance indicator targets.

Well Cementing as a “Project”

By analogy, every well cementing operation is a project because:

Подход к цементированию скважины как к «проекту»

По аналогии каждая операция по цементированию скважины является проектом по следующим причинам:

1. Цементирование – это временная деятельность с определенной датой начала и конца работ, определенным объемом работ, задачами и требованиями к ресурсам.
2. Каждая операция по цементированию уникальна со своим набором задач для выполнения цели.

Согласно М. Экономидесу (1990), **цементирование скважины – это процесс закачки цемента в затрубное пространство между стволом скважины и обсадной колонной либо в затрубное пространство между двумя обсадными колоннами.** Хотя основной задачей цементирования является изоляция определенных интервалов, следует отметить, что, согласно опыту полевых работ, для различных обсадных колонн назначение и задачи цементирования отличаются. В том числе отличаются и основные риски. Таблица 1 показывает, что при цементировании кондуктора с устья скважины, направления, промежуточной обсадной колонны и хвостовика происходит изменение рисков, что позволяет прийти к выводу, что каждую операцию по цементированию следует считать **уникальной, временной, направленной на выполнение определенных задач и решение** определенных рисков.

1. It is a temporary endeavor that has defined beginning and end in time, with defined scope, objectives, and resources requirements.
2. Every cementing operation is unique with specific set of tasks designed to accomplish an objective(s).

According to Economides, M. (1990), **cementing operations involve the process of introducing cement to the annular space between the well-bore and casing or to the annular space between two successive casing strings.** Even though the achievement of zonal isolation is the most important function of cementing operation, it is also noteworthy from the design and field operations experience that across the different casing strings in the well architecture, the functions and objectives of well cementing differ, including the common cementing design risks and considerations. Table 1 below will show that as we move from the conductor casing, through the surface and intermediate casing strings up to the production liner, the common cementing design risks and considerations changes, thereby making a case to view every well cementing operation as a **unique, temporary, focused, and risk-inherent** undertaking.

Таблица 1 – Типоразмеры обсадных колонн, задачи цементирования, основные риски
Table 1 – Casing Size, Characteristics & Cementing Objectives, and Common Cementing Design Risks & Considerations

Тип обсадной колонны Casing Type	Типоразмеры обсадных колонн Typical Casing Size	Параметры и задачи цементирования скважин Characteristics and Cementing Objectives	Основные риски и соображения при цементировании скважин Common Cementing Design Risks and Considerations
Кондуктор Conductor casing	609,6 мм 24"	Кондуктор служит для поддержки при бурении, для возврата бурового раствора на поверхность во время бурения и цементирования, а также для предотвращения разрушения пород вблизи устья скважины. Также кондуктор обеспечивает защиту от газа, залегающего на малых глубинах. Кондуктор всегда цементируется либо до устья, либо до уровня дна моря на морских месторождениях. Как правило, на кондуктор устанавливается колонная головка обсадных колонн. На кондуктор устанавливается превентор либо другое устьевое оборудование. The conductor casing serves as a support during drilling operations, to flowback returns during drilling and cementing of the surface casing, and to prevent collapse of the loose soil near the surface. It also protects against shallow gas. It is always cemented to the surface or to the mudline in offshore wells. This is usually the string onto which the casing head is installed. A diverter or a blowout prevention (BOP) stack may be installed onto this string	• Риски на малых глубинах (интервалы газа или воды). • Поглощения. • Потеря устойчивости ствола скважины. • Максимально допустимое давление подвески хвостовика. • Низкая проницаемость/окна в обсадной колонне. • Высокие объемы затрубного пространства. • Отношение объемов компоновки низа колонны и шурфа. • Shallow Hazards (gas or water flow zones) • Lost Circulation • Hole Stability • Liner hanger pressure restrictions • Narrow pore/frac windows • Large annular volumes • Volume ratio of shoe track and rathole

Направление (первая обсадная колонна) Surface casing	473,1 мм 18 5/8"	Направление служит для изоляции водоносных горизонтов и их защиты от загрязнения во время бурения и заканчивания. Направление обеспечивает защиту от выбросов, изолирует водоносные песчаники, а также обеспечивает защиту от поглощений. К направлению выставляются наиболее строгие требования по охране окружающей среды. В такие требования может входить глубина направления и качество цемента. Также направление зачастую обеспечивает достаточную прочность для бурения в промежуточных зонах высоких давлений. Как правило, направление цементируется либо до устья, либо до уровня дна моря на морских месторождениях. The purpose of surface casing is to isolate freshwater zones so that they are not contaminated during drilling and completion. Surface casing is set to provide blowout protection, isolate water sands, and prevent lost circulation. Surface casing is the most strictly regulated due to these environmental concerns, which can include regulation of casing depth and cement quality. It also often provides adequate shoe strength to drill into high-pressure transition zones. It is typically cemented to the surface or to the mud-line in offshore wells.	• Перепад температур по цементному столбу. • Высокий объем цемента. • Эквивалентная циркуляционная плотность. • Возможные риски, связанные с малой глубиной. • Отношение объемов компоновки низа колонны и шурфа. • Cement column temperature differential • Large cement volume to be pumped • Equivalent Circulating Density (ECD) considerations • Potential shallow hazards • Volume ratio of shoe track and Rathole
Промежуточная колонна Intermediate	346,1 мм 13 5/8"	Как правило, промежуточная колонна устанавливается в промежуточных зонах перехода от номинального давления к аномально высокому либо к аномально низкому. Промежуточная колонна служит для укрепления неустойчивых участков ствола скважины, интервалов поглощений, интервалов низкого давления и продуктивных интервалов. This casing is often set in the transition zone from normal to abnormal pressure. Intermediate casing is set to isolate unstable hole sections, lost-circulation zones, low-pressure zones, and production zones	• Образование отложений солей. • Поглощения. • Высокие объемы цемента. • Отношение объемов компоновки низа колонны и шурфа. • Salt formation considerations • Lost circulation • Large cement volumes • Volume ratio of shoe track and Rathole • Salt formation considerations • Oil-Based Mud (OBM) & Synthetic-Based Mud (SBM) displacement • Lost Circulation • Large cement volumes • Annular Pressure Buildup (APB) potential • Recommended improved practice to hang liner above salt zone
Эксплуатационная колонна Production casing	250,8 мм 9 7/8"	Эксплуатационная колонна цементируется выше продуктивных интервалов. Служит для дополнительной поддержки при креплении забойного оборудования, а также для защиты от спиралевидного скручивания обсадных колонн. Этап цементирования эксплуатационной колонны является критически важным. It is cemented far enough above the producing formations to provide additional support for subsurface equipment and to prevent casing buckling. A good primary cement job is very critical for this casing string.	• Образование отложений солей. • Буровые растворы на нефтяной и продажные жидкости на синтетической основе. • Поглощения. • Высокие объемы цемента. • Повышение давления в затрубном пространстве. • Хвостовик рекомендуется подвешивать в зоне выше интервалов отложения солей. • Salt formation considerations • Oil-Based Mud (OBM) & Synthetic-Based Mud (SBM) displacement • Lost Circulation • Large cement volumes • Annular Pressure Buildup (APB) potential • Recommended improved practice to hang liner above salt zone

Хвостовик Production Liners	177,8 мм 7"	Хвостовик – это обсадная колонна, которая устанавливается не с устья скважины, а подвешивается в материнской обсадной колонне. Хвостовик используется для сокращения затрат, повышения качества гидравлической связи при бурении глубоких скважин. Хвостовик устанавливается в колонне большего диаметра выше по стволу скважины, что снижает растягивающую нагрузку на буровой станок. Как правило, хвостовик цементируется по всей длине. Основным недостатком хвостовика являются возможные осложнения при обеспечении герметичности при продавке цемента через зону перекрытия хвостовика обсадной колонны. Liner is a casing string that does not extend back to the wellhead, but is hung from another casing string. Liners are used instead of full casing strings to reduce cost, improve hydraulic performance when drilling deeper, allow the use of larger tubing above the liner top, and not represent a tension limitation for a rig. Liners are typically cemented over their entire length. A major disadvantage is the occasional difficulty in effecting a pressure seal by squeeze cementing the casing-liner overlap zone.	• Пластовые перетоки. • Высота подъема цемента определяется исходя из нормативных требований. • Fluid Migration • TOC (Top of Cement) will be dictated by Government/Legal requirements
--	------------------------	---	--

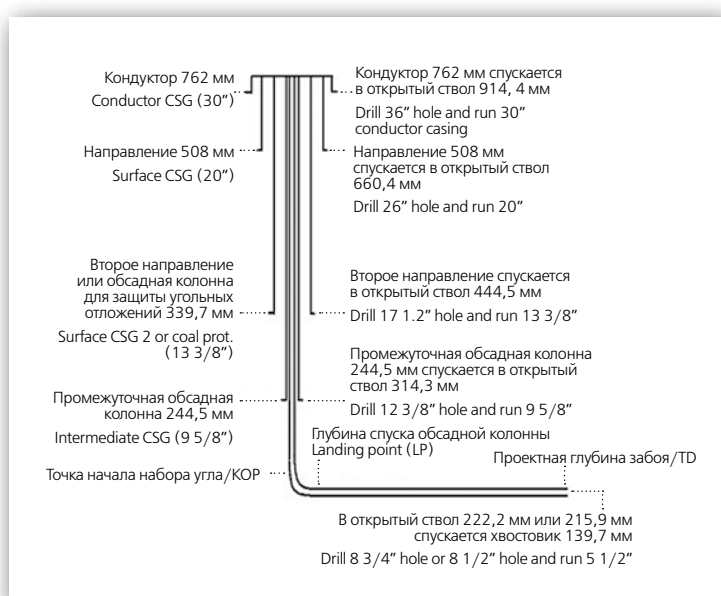


Рисунок 1а – Типоразмеры обсадных колонн для горизонтальных скважин

Figure 1a – Typical Casing Diameter for a Borehole (Horizontal Well)

Закключение

Исходя из табл. 1, рис. 1а и рис. 1б, совершенно очевидно, что каждая операция по цементированию уникальна, у каждой операции свой набор задач, операционных рисков и других параметров. Таким образом, можно сделать вывод о том, что каждую операцию по цементированию можно рассматривать как проект и что нет ни одной одинаковой операции по цементированию. ☺

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide). (2013). 5th ed. Newtown Square, Pennsylvania: Project Management Institute, Inc.
2. Economides, M. (1990). Well Cementing. (E. B. Nelson, Ed.) Sugar Land, Texas: Schlumberger Educational Services.
3. Eric, E. (2013). Analysis of Current Cementing Procedures Employed in the US Outer Continental Shelf: Optimized Methods. REN0146. CSI Technologies
4. Petroleum Engineering Handbook, Volume II: Drilling Engineering. Society of Petroleum Engineers. 2007. pp. 287–288.

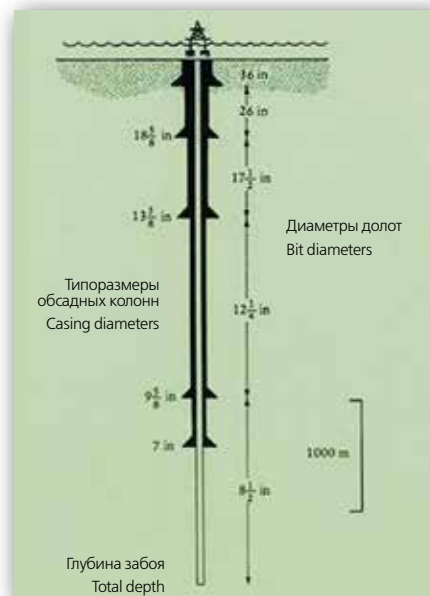


Рисунок 1б – Типоразмеры обсадных колонн для вертикальных скважин

Figure 1b – Typical Casing Diameter for a Borehole (Vertical Well)

Conclusion

From Table 1, Figure 1A and 1B above, it is very clear that each and every casing cement job is different and distinctive with different sets of design objectives, operational risks and considerations. This creates the uniqueness expected of every project, and corroborates the fact that no single cement job is exactly the same. ☺