CONCEPT

هندسة المكامن: خصائص الصخور والموائع وموازنة المادة وإدارة الحقن بالماء

هندسة المكامن: خصائص الصخور والموائع وموازنة المادة وإدارة الحقن بالماء

مقدمة:

كثيرا ما تتخذ قرارات هندسة المكامن حول كميات النفط والغاز الموجودة وطريقة استخلاصها وجدوى الحقن بالماء اعتمادا على بيانات لباب وموائع وضغط غير متسقة، فتضيع احتياطيات ويصل الماء إلى آبار الإنتاج مبكرا. تبني هذه الدورة من كور كونسبت ممارسة هندسة المكامن في الأسبوع الأول انطلاقا من خصائص الصخور والموائع والحسابات الحجمية وموازنة المادة، ثم تضيف في الأسبوع الثاني تحليل اختبارات الضغط العابر ومنحنيات الانحدار وتصميم الحقن بالماء ومراقبته وفرز خيارات الحقن والمحاكاة. ويخرج المشاركون بخطة إدارة مكمن لحقل يخضع للحقن بالماء.

أهداف الدورة:

- استخلاص مدخلات المسامية والنفاذية والتشبع والضغط الشعري والنفاذية النسبية من بيانات اللباب والتسجيلات البئرية والحكم على جودتها
- توصيف موائع المكمن من تقارير مختبر PVT واختيار الخصائص المناسبة للحسابات الحجمية وموازنة المادة
- تقدير كميات الهيدروكربونات الموجودة وتصنيف الكميات القابلة للاستخلاص وفق فئات PRMS بالطرق الحجمية وموازنة المادة ومنحنيات الانحدار
- تحديد آليات الدفع ودعم الطبقة المائية من تاريخ الضغط والإنتاج باستخدام تشخيصات موازنة المادة
- تفسير اختبارات الضغط العابر لوصف حدود المكمن وعدم تجانسه والاتصال بين الآبار
- تصميم مشروع الحقن بالماء ومراقبته وتعديله وإعداد خطة إدارة مكمن تقارن خيارات الحقن وتوقعات المحاكاة

الفئة المستهدفة:

- مهندسو المكامن المسؤولون عن تقدير الكميات الموجودة وتوقعات الاستخلاص وتقارير الاحتياطيات
- مهندسو البترول والأصول الذين يخططون للحقن والآبار التكميلية وبرامج مراقبة الحقول
- الجيولوجيون وعلماء الأرض الذين يزودون دراسات المكامن بالنماذج الساكنة ومدخلات البتروفيزياء
- مخططو تطوير الحقول الذين يقارنون سيناريوهات الاستنزاف الطبيعي والحقن لقرارات الاستثمار
- مهندسو المراقبة الذين يتابعون أداء الحقن ونسبة الماء المنتج وضغط المكمن

محاور الدورة:

اليوم 1: خصائص صخور المكمن من بيانات اللباب والتسجيلات البئرية

- المسامية الكلية والفعالة من تحليل اللباب الروتيني وتسجيلات الكثافة
- النفاذية المطلقة بقانون دارسي وتصحيح Klinkenberg لانزلاق الغاز
- حساب التشبع بالماء بمعادلة Archie واختيار أس التماسك
- حدود الصافي إلى الإجمالي للمسامية وحجم الطفل والتشبع
- انضغاطية حجم المسام وأثرها في الاستخلاص من المكامن غير المشبعة

اليوم 2: قابلية الترطيب والضغط الشعري والنفاذية النسبية

- قياس قابلية الترطيب بزاوية التلامس ومؤشر Amott
- منحنيات الضغط الشعري والتطبيع بدالة Leverett J
- ارتفاع المنطقة الانتقالية وتحديد مستوى الماء الحر
- تخلف النفاذية النسبية بين التصريف والتشرب
- مواءمة ارتباطات Corey وLET مع بيانات تحليل اللباب الخاص

اليوم 3: خصائص موائع المكمن PVT وسلوك الأطوار

- تصنيف غلاف الأطوار: النفط الأسود والنفط المتطاير وغاز المكثفات والغاز الرطب والجاف
- اختبارات مختبر PVT: التمدد بتركيب ثابت والتحرر التفاضلي واختبارات الفاصل
- معامل حجم تكوين النفط ونسبة الغاز الذائب إلى النفط وارتباطات اللزوجة
- معامل انضغاطية الغاز Z ومعامل حجم تكوين الغاز
- فحوص اتساق تقارير PVT واختيار العينة الممثلة

اليوم 4: الحسابات الحجمية وتصنيف الاحتياطيات وآليات الدفع

- الحساب الحجمي الحتمي للنفط والغاز الموجودين أصلا
- الحسابات الحجمية الاحتمالية بطريقة مونت كارلو ومخرجات P90 وP50 وP10
- فئات الاحتياطيات في نظام إدارة الموارد البترولية PRMS: المؤكدة والمحتملة والممكنة مع 1P 2P و3P
- بصمات الدفع بالغاز الذائب وقبعة الغاز والدفع المائي ودفع الانضغاط
- نطاقات معامل الاستخلاص وملامح الضغط حسب آلية الدفع

اليوم 5: دراسة حالة الأسبوع الأول: موازنة المادة لحقل منتج

- حدود معادلة موازنة المادة العامة: السحب والتمدد والتدفق الداخل
- رسوم Havlena-Odeh الخطية لتقدير النفط الموجود وحجم قبعة الغاز
- رسم p/z لمكامن الغاز وانحراف الضغط الزائد
- نماذج تدفق الطبقة المائية ومواءمة معاملاتها مع تاريخ الضغط
- حالة موجهة: مؤشرات الدفع والحجم الموجود من تاريخ حقل

اليوم 6: تحليل اختبارات الضغط العابر لوصف المكمن

- تحديد أنظمة التدفق بمشتقة Bourdet على الرسوم اللوغاريتمية
- كشف الصدوع العازلة والقنوات والحدود المغلقة
- تصميم اختبارات التداخل والنبض بين بئر الحقن وبئر الإنتاج
- مدى الاستقصاء الشعاعي وتخطيط الحد الأدنى لمدة الاختبار
- مواءمة نماذج المسامية المزدوجة والمكمن الشعاعي المركب

اليوم 7: منحنيات الانحدار وحوكمة الاحتياطيات وعدم اليقين تحت السطحي

- مواءمة انحدار Arps الأسي والزائدي والتوافقي
- رسوم المعدل مقابل الإنتاج التراكمي لتقدير الاستخلاص النهائي
- التوفيق بين تقديرات الطرق الحجمية وموازنة المادة ومنحنيات الانحدار
- سجل تدقيق قيد الاحتياطيات وفئات المراجعة السنوية
- سجل عدم اليقين تحت السطحي وتعريف الحالات المنخفضة والمتوسطة والمرتفعة

اليوم 8: تصميم الحقن بالماء وكفاءة الإزاحة

- منحنى التدفق الجزئي وتقدم الجبهة وفق Buckley-Leverett
- طريقة مماس Welge لتشبع الاختراق والاستخلاص
- نسبة الحركية والكنس المساحي لأنماط الخماسي والدفع الخطي
- تطبق الطبقات وفق Dykstra-Parsons وكفاءة الكنس الرأسي
- مصدر ماء الحقن وجودته وقابلية الحقن بالتنسيق مع فرق المرافق

اليوم 9: مراقبة الحقن بالماء وفرز خيارات الحقن والمحاكاة

- متابعة نسبة تعويض الفراغات لكل نمط وللحقل
- تشخيص انسداد آبار الحقن وتشققها برسم Hall
- رسوم Chan التشخيصية لنسبة الماء إلى النفط لكشف التخروط المائي والتدفق عبر القنوات
- معايير فرز حقن الغاز والاستخلاص المعزز EOR بصورة عامة
- شبكة محاكاة المكمن ومواءمة التاريخ وحالات التوقع

اليوم 10: المشروع الختامي: خطة إدارة مكمن لحقل يخضع للحقن بالماء

- مراجعة حزمة بيانات الحقل: اللباب وPVT وتاريخ الضغط والإنتاج
- مقارنة سيناريوهات التطوير: الاستنزاف الطبيعي والحقن بالماء وحقن الغاز
- صياغة خطة إدارة المكمن مع برنامج المراقبة ومؤشرات الأداء
- أهداف الحقن والآبار التكميلية المرشحة وأولويات جمع البيانات
- عرض الخطة ومراجعتها أمام لجنة من الزملاء

المهارات التي ستكتسبها:

- تفسير تحليل اللباب الخاص
- التحقق من بيانات PVT
- الحسابات الحجمية الاحتمالية
- تشخيص موازنة المادة
- تفسير الضغط العابر
- التوقع بمنحنيات الانحدار
- مراقبة أداء الحقن بالماء
- تقييم سيناريوهات الاستخلاص

لماذا تحضر هذه الدورة:

- العودة بخطة إدارة مكمن تحدد أهداف الحقن وأنشطة المراقبة وأولويات البيانات لحقل يخضع للحقن بالماء
- الدفاع عن أرقام الكميات الموجودة والاحتياطيات بثلاثة تقديرات مستقلة متوافقة قبل عرضها على الإدارة
- اكتشاف مشكلات آبار الحقن وضعف الكنس وتسرب الماء عبر القنوات مبكرا بما يسمح بتعديل المعدلات والأنماط
- مقارنة ممارسات المكامن مع مهندسين وجيولوجيين من شركات النفط الوطنية والشركات المستقلة والاستشارية

الخاتمة:

يتوقف أداء المكمن على مدى دمج بيانات الصخور والموائع والضغط في تقديرات وقرارات متسقة. يغطي الأسبوع الأول خصائص الصخور والموائع والحسابات الحجمية وتصنيف PRMS وآليات الدفع وموازنة المادة. ويضيف الأسبوع الثاني ما لا تتسع له دورة أقصر: تحليل الضغط العابر لوصف المكمن، والتوقع بمنحنيات الانحدار وحوكمة الاحتياطيات، وتصميم الحقن بالماء، ومراقبته بنسبة تعويض الفراغات ورسم Hall، وفرز خيارات الحقن والمحاكاة. ويحول المشروع الختامي هذا العمل إلى خطة إدارة مكمن جاهزة لمراجعة الحقل القادمة.