



WORLD WIDE WEAVE

KPZ-Gewebe in der Exploration: Höhere Förderraten und längere Standzeiten

Bahnbrechende Ergebnisse von experimenteller Studie und CFD-Simulationen zum Erosionsverhalten

Eine große Explorations- und Produktionsgesellschaft hat das Erosionsverhalten der gängigen Filtermedien in Pipelines im Rahmen einer umfangreichen Studie untersucht. Es zeigte sich, dass die als Filtergewebe üblicherweise eingesetzten glatten Tressen oder Köpertressen den im Bohrloch vorherrschenden lokalen Porengeschwindigkeiten nicht gewachsen sind. Frühzeitigen Produktionsausfällen konnte deshalb bislang nur durch eine Senkung der Förderraten begegnet werden. In ergänzenden CFD-Modellierungen von Strömungswegen und Verteilung der Porengeschwindigkeit wies die GKD – GEBR. KUFFERATH AG nach, dass der strömungsabhängige Multiplikator – anders als bisher angenommen – nicht um Faktor 2 bis 3, sondern sogar bei nur mittlerer Geschwindigkeit bereits um Faktor 63 höher ist. Diesen Geschwindigkeiten ist nur KPZ-Gewebe dauerhaft gewachsen, das bei gleicher Öffnung durch seine konstruktiv bedingte höhere Volumenporosität die Durchströmungsgeschwindigkeit um rund 30 Prozent senkt. Im Zusammenspiel mit seiner mechanischen Robustheit ermöglicht dieser Gewebetyp deshalb nachhaltig höhere Produktionsraten pro Tag als jedes andere in diesem Bereich einsetzbare Gewebe.

Die Wirtschaftlichkeit der Produktion von Rohöl und Erdgas ergibt sich aus dem Verhältnis von Standzeiten und Förderraten. Ein erhebliches Effizienzrisiko stellt die Erosion der eingesetzten Filtermedien dar, die hohe



Produktionsausfälle und Schäden an nachgelagerten Einrichtungen verursacht. Hauptgrund für diese Erosion ist die lokale Entwicklung hoher Porengeschwindigkeiten in dem Filtermedium, die ein unkalkulierbares Ausfallrisiko darstellen. Um hohe Produktionsraten zu erzielen, muss der vorhandene Förderdruck erhöht werden, mit der Folge, dass auch die Porengeschwindigkeiten und damit die Abrasion durch die im Fluid enthaltenen Sandpartikel steigen. Gewebefiltrierungen, die hierauf nicht ausgelegt sind, fallen in kürzester Zeit durch Erosion aus. Als einzige Möglichkeit zur Prävention sahen die Betreiber bislang nur die Drosselung der Förderraten auf Basis von empirischen Richtlinien, die mittlere Strömungsgeschwindigkeiten zugrunde legten. Um diese pauschale Reaktion in eine konkrete Bohrlochstrategie abzuändern, wurden verschiedene defekte Pipes aus einem Feld im Golf von Mexiko gezogen und die beschädigten Lagen untersucht. Parallel wurde eine experimentelle Erosionsstudie gestartet, um die Strömungsparameter zu identifizieren, die zur Zerstörung der Filtergewebe führen. Ziel war es, den Zusammenhang zwischen Lebenszeit der Pipes und Förderraten genauer als bisher in einer Formel abzubilden und auf dieser Basis realitätsnähere Förderratenrichtlinien zu entwickeln. Hierfür kombinierte die Studie die empirischen Daten und experimentellen Arbeiten mit CFD-Simulationen, um die Erkenntnisse aus Feld und Labor durch Aussagen zu einer strömungsoptimierten Gewebeauslegung zu erweitern.

Glatte Tressen, Köpertressen und KPZ-Gewebe im Vergleich

Für die experimentellen Tests wurde das Erosionsverhalten von Filtersieben im Labormaßstab anhand verschiedener Produktionsvariablen wie Anströmgeschwindigkeit, Sandkonzentration und Partikelgröße gemessen. Die Siebkonfiguration entsprach dabei einer Auslegung, die in zahlreichen Untersee-Gas-Bohrlöchern und auch bei den geborgenen Pipes eingesetzt wurde. Anhand eines empirisch ermittelten Erosionsmodells wurden die



kurzzeitigen Hochgeschwindigkeitsergebnisse aus dem Labortest in Feld-Vorhersagen zum Erosionsverhalten umgewandelt und darauf aufbauend neue Strömungsrichtlinien für Bohrlöcher entwickelt. Von entscheidender Bedeutung war dabei die ergänzende CFD-Simulation, durch die die Porendurchströmung im Gewebe veranschaulicht werden konnte. Auf dieser Basis konnte man erstmals lokale Anström- und Porengeschwindigkeiten sowie sich daraus ergebende Verschleißmuster bestimmen.

Für den Labortest wurden 55 Millimeter große Versuchsronden verwendet, die in Durchmesser und mehrlagigem Aufbau den realen Pipes aus dem Golf von Mexiko entsprachen. So bestand die oberste Lage aus einem Lochblech mit vier jeweils fünf Millimeter großen Löchern, darunter waren nacheinander als Drainagelage ein Quadratmaschengewebe, das Filtermedium und ein weiteres Quadratmaschengewebe als Drainage angeordnet. Die vier Lagen waren nicht versintert, sondern nur am Randbereich abgedichtet. Als Filtergewebe wurden glatte Tressen, Köpertressen und KPZ-Gewebe eingesetzt und in ihrem Erosionsverhalten verglichen. Dafür wurden die Ronden auf dem Prüfstand über einen Zeitraum von 48 Stunden mit einer wässrigen Siliziumkarbid-Suspension und drei verschiedenen Anströmgeschwindigkeiten – 0,18 m/s, 0,73 m/s und 0,98 m/s – durchströmt. Diese Testdauer entspricht einer Standzeit von etwa fünf Jahren im Ölfeld. Die Partikelkonzentration betrug 800 mg/l mit einer Partikelgröße von ca. 0,03 Millimetern und einer Härte von 30 GPa auf der Vickers-Skala. Da das Filtergewebe das Filtermedium mit den kleinsten Öffnungen ist, sind dort die Porengeschwindigkeiten am höchsten – mit der Folge, dass die Abrasion immer am Filtergewebe beginnt. Mit zunehmender Anströmgeschwindigkeit steigt die Wucht des mechanischen Angriffs auf dessen Drahtoberfläche und damit auch die Erosion. Durch den Test wurde die massenbezogene Filter-Erosion, also die spezifische Erosion durch das Delta vom Endgewicht zum Ausgangsgewicht in Gramm dividiert durch das Ursprungsgewicht in Gramm,



berechnet. Für das Filtermedium mit einem maximalen Kugeldurchlass (MPP) von 155 μm wurden jeweils 150 μm Gewebe gewählt. Während des Tests ermittelte man regelmäßig die daran auftretenden Veränderungen beim Druckabfall, Materialabtrag und bei der Porengröße. Bei der glatten Tresse stieg der MPP auf 216 μm (nach nur einer Stunde) und auf 268 μm (nach 2,5 Stunden). Die entsprechende Köpertresse 150 μm schnitt zwar etwas besser, aber immer noch schlecht ab. Lediglich das einlagige KPZ-Gewebe wies keinerlei Veränderung in der Porengröße auf und nur eine marginale, vernachlässigbare spezifische Erosion. Die Filterfunktion des KPZ-Gewebes war somit auch nach dem 48 Stunden-Test vollumfänglich gegeben.

Neue Basisparameter zur Erosionsvorhersage in Förderrichtlinien

Der Test belegte eindrucksvoll, dass glatte Tressen den Anforderungen im Ölfeld nicht gewachsen sind. Bereits nach zweieinhalb Stunden Anströmung mussten sie im Test ausgetauscht werden. Es zeigte sich, dass ab einer spezifischen Erosion von 0,53 Prozent das Gewebe so stark zerstört war, dass Sanddurchschlag auftrat. Bei der Köpertresse trat dieser Effekt bei 0,63 Prozent spezifischer Erosion auf. Gleichzeitig wurde durch den Test deutlich, dass der Massenverlust nur partiell auftrat – nur dort, wo die Löcher in der Lochblechlage waren. Deshalb wurde – unter Berücksichtigung der Korrelation von vergrößerter Porenöffnung und Massenverlust – für die spezifische Erosion ein durch GKD berechneter Wert als neuer Basisparameter für die Formel zur Erosionsvorhersage abgeleitet. Der für die Erosionsmodellierung zugrunde gelegte F-Skalar berücksichtigte als Korrekturwert Faktoren wie Aufprallwinkel, Porosität des Gewebes, Strömungsviskosität und Viskositätsdichte. Als Härte-Faktor HRa – also als Härteverhältnis zwischen Drahtoberfläche und Sand – legte man einen mittleren Exponenten von 0,59 fest. Durch die bisherigen Messverfahren



konnte man weder den Aufschlagwinkel der Partikel noch die dynamische Veränderung der Partikelzusammensetzung weiter präzisieren.

Bohrlochspezifische Vorhersagen durch CFD-Simulation

Hier brachten die CFD-Simulationen der Gewebespezialisten von GKD Klarheit. Anhand dieses Verfahrens kann GKD künftig verbindlich sagen, bei welcher Anströmgeschwindigkeit die Partikel in welchem Winkel auf den Draht des Filtermediums treffen. Das wiederum ermöglicht es beispielsweise, die Edelstahloberfläche der Drähte bohrlochspezifisch zu härten. Auch konnte GKD durch CFD-Simulationen nachweisen, dass der Strömungsmultiplikator ζ , mit dem Rückschlüsse von der Anströmgeschwindigkeit auf die Porengeschwindigkeit getroffen werden können, um ein Vielfaches höher als der bisher angenommene Faktor von zwei bis drei ist. GKD wies nach, dass sich die maximale Porengeschwindigkeit bei mittlerer Anströmung aus der Anströmgeschwindigkeit mit Faktor 63 ermitteln lässt. Die computergestützte Strömungssimulation von GKD erlaubt diese Rückschlüsse auch für mehrlagige Konstruktionen. Außerdem lässt sich die im Feld konkret zu erwartende Veränderung der effektiven Porosität der eingesetzten Filtermedien auf diese Art und Weise ablesen. Beispielhaft stellte GKD dies für eine glatte Tresse mit drei verschiedenen Anströmgeschwindigkeiten (0,18 m/s = langsam, 0,73 m/s = mittel, 0,97 m/s = schnell) dar. Nach einer Stunde langsamer Anströmung zeigte sich kein Gewichtsverlust. Bei mittlerer Anströmgeschwindigkeit ergab sich im gleichen Zeitraum bereits ein Verlust von 0,06 Gramm, und bei der höchsten Geschwindigkeit betrug der Verlust nach nur einer Stunde bereits 0,14 Gramm.

Klare Einsatzempfehlung: KPZ-Gewebe

Die so gewonnenen Erkenntnisse erlauben ab sofort eine deutlich effizientere Pipelinekonstruktion: Für eine bohrlochspezifisch optimierte



WORLD WIDE WEAVE

Gewebeauslegung mittels CFD-Simulation benötigt GKD lediglich Angaben zur konkreten Zusammensetzung der Flüssigkeiten oder Gase, Partikelverteilung, -konzentration und -härte. Auf dieser Basis wählt der Gewebespezialist aus drei Standardwerkstoffen denjenigen aus, der für die jeweiligen Rahmenbedingungen am besten geeignet ist. Ausgehend von der gewünschten Porenöffnung und den Festigkeitsanforderungen erfolgt dann die Gewebewahl aus einer Vielzahl an Varianten. Anhand von Simulationen legt GKD das Gewebe anschließend exakt auf die jeweiligen Einsatzbedingungen des Feldes und die gewünschten Produktionsraten aus. Da diese Definition nicht empirisch, sondern rechnerisch erfolgt, bieten Sand Control-Gewebe von GKD die Gewissheit für hohe Förderraten und lange Standzeiten der damit ausgestatteten Pipe. Diese Präzision von der Planung bis zur Fertigung auf Hightech-Webmaschinen mit lückenloser Qualitätskontrolle begründet auch die Überlegenheit von Metallgewebe gegenüber Kiesfiltern (*gravel packs*) als Filtermedium. Als besonders effizient haben sich im Rahmen der Studie die gereinigten, geglühten und hundertprozentig kamerainspizierten KPZ-Gewebe erwiesen. Die hochfesten einlagigen KPZ-Gewebe überzeugen durch ihre hohe Porosität und dadurch entsprechend niedrige Porengeschwindigkeit. Sie übertreffen nicht nur die mechanischen Fähigkeiten aller anderen Filtermedialalternativen am Markt, sondern ermöglichen Bohrlöcherbetreibern auf Basis optimal auf das jeweilige Feld ausgelegter Filtermedien auch die effizienteste Produktion. Lieferbar in vielen verschiedenen Varianten – allein im Bereich von 150 µm-Geweben vier verschiedene Typen – bieten KPZ-Gewebe von GKD obendrein eine enorme Flexibilität bei der Auslegung: Sie können ganz nach Wunsch der Betreiber auf Erosionsperformance, Preisgünstigkeit oder auch Robustheit optimiert werden. Das erschließt völlig neue Perspektiven für eine wirtschaftlich nachhaltige Erschließung und Produktion von Rohöl und Erdgas.

11.293 Zeichen inkl. Leerzeichen



WORLD WIDE WEAVE

GKD – GEBR. KUFFERATH AG

Die inhabergeführte technische Weberei GKD – GEBR. KUFFERATH AG ist Weltmarktführer für gewebte Lösungen aus Metall und Kunststoff sowie transparente Medienfassaden. Unter dem Dach der GKD – WORLD WIDE WEAVE bündelt das Unternehmen drei eigenständige Geschäftsbereiche: SOLID WEAVE (Industriegewebe), WEAVE IN MOTION (Prozessbandgewebe) sowie CREATIVE WEAVE (Architekturgewebe). Mit sechs Werken – dem Stammsitz in Deutschland, die übrigen in den USA, Südafrika, China, Indien und Chile – sowie Niederlassungen in Frankreich, Großbritannien, Spanien, Dubai, Katar und weltweiten Vertretungen ist GKD überall auf dem Globus marktnah vertreten.

Nähere Informationen:

GKD – GEBR. KUFFERATH AG
Metallweberstraße 46
D-52353 Düren
Telefon: +49 (0) 2421/803-0
Telefax: +49 (0) 2421/803-227
E-Mail: solidweave@gkd.de
www.gkd.de

Abdruck frei, Beleg bitte an:

impetus.PR
Ursula Herrling-Tusch
Charlottenburger Allee 27-29
D-52068 Aachen
Telefon: +49 (0) 241/189 25-10
Telefax: +49 (0) 241/189 25-29
E-Mail: herrling-tusch@impetus-pr.de