

تصميم خطوط الأنابيب التي تحتوى على أكثر من خط بأقطار مختلفة

يتم التعرض فى كثير من الحالات إلى إنشاء أنظمة لنقل البترول تحتوى على أكثر من خط بأقطار مختلفة وذلك يستوجب عمل تصور تقريبي للتصميمات الهيدروليكية لهذه الخطوط وهى تعمل معاً إما على التوالى أو على التوازي أو الإثنين معاً .

ونظراً لأن مثل هذه التصميمات الهيدروليكية تكون معقدة إلى حد ما مما يستوجب تبسيط هذه التصميمات بتوحيد أقطار الخطوط إلى قطر واحد وذلك إما بتحويل طول الخط الأصيل الموجود إلى طول مكافئ لخط آخر يطلق عليه خط الـ Reference أو بتحويل طول أى عدد من الخطوط الأصلية الموجودة إلى طول مكافئ لخط آخر يطلق عليه أيضاً خط الـ Reference حيث يعرف الخط الـ Reference بأنه الخط الذى يتم نسب جميع الخطوط الأخرى ومنها الخط الأصيل الموجود إليه .

و يعرف الطول المكافئ Equivalent Length لواحد كيلومتر من الخط الأصيل الموجود بأنه طول الخط الـ Reference الذى إذا تعرض لنفس ضغط التشغيل مثل الخط الأصيل يعطى نفس المعدل مثل الخط الأصيل لنفس السائل المنقول .

وأيضاً تعرف نسبة المعدل Discharge Ratio بأنها نسبة الكمية المارة فى الخط الأصيل الموجود إلى الكمية المارة بالخط الـ Reference وذلك لنفس الطول وضغط التشغيل ونوع السائل .

وبناء على ما سبق تم عمل جدول يوضح الأطوال المكافئة ونسبة المعدل كما هو مبين بالجدول (١١) .

الخط الـ Reference	الخط الأصلي	نسبة المعدل	الطول المكافئ
$D_{ref} = 4''$ STD wt	1- 3''	0.478	3.636
	1- 4''	1	1
	1- 6''	3.041	0.143
	1- 4'' & 1- 3''	1.478	0.505
	1- 4'' & 1- 6''	4.041	0.087
$D_{ref} = 6''$ STD wt	1 - 4''	0.329	7
	1 - 6''	1	1
	1 - 8''	2.107	0.271
	1 - 6'' & 1 - 4''	1.329	0.608
	1 - 6'' & 1 - 8''	3.107	0.137
$D_{ref} = 8''$ STD wt	1 - 6''	0.475	3.684
	2 - 6''	0.949	1.096
	1 - 8''	1	1
	2 - 8''	2	0.297
	1 - 10''	1.854	0.339
	1 - 12''	3.025	0.144
	1 - 8'' & 1 - 12''	4.025	0.087
$D_{ref} = 10''$ STD wt	1 - 8''	0.539	2.947
	1 - 12''	1.631	0.425
$D_{ref} = 12''$ STD wt	1 - 8''	0.330	6.939
	2 - 8''	0.661	2.064
	3 - 8''	0.991	1.015
	4 - 8''	1.322	0.613
	1 - 10''	0.613	2.355
	1 - 12''	1	1
	2 - 12''	2	0.297
	1 - 14''	1.309	0.625
	1 - 16''	1.917	0.320
	1 - 18''	2.678	0.178
	1 - 12'' & 1 - 8''	1.330	0.607
	1 - 12'' & 2 - 8''	1.661	0.411
	1 - 14'' & 1 - 8''	1.639	0.421
1 - 16'' & 1 - 8''	2.247	0.242	
$D_{ref} = 16''$ STD wt	1 - 12''	0.522	3.122
	1 - 14''	0.683	1.950
	1 - 16''	1	1
	1 - 18''	1.397	0.557

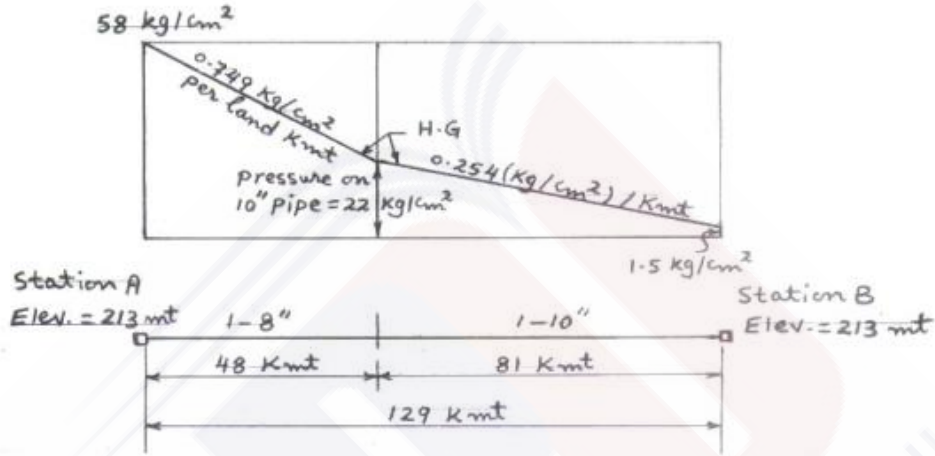
جدول (١١)

تطبيقات على تصميم خطوط الأنابيب التي تحتوي

على أكثر من خط بأقطار مختلفة

التطبيق الأول : رسم خط إنحدار الضغط H.G وحساب الكمية (معدل السريان) لخط

له أكثر من قطر واحد



شكل (١٦)

المعطيات :

ضغط الضخ عند المحطة A = ٥٨ كجم/سم^٢.

ضغط السحب عند المحطة B = ١.٥ كجم/سم^٢.

لا يوجد فرق مناسيب بين محطة الضخ A ومحطة الاستلام B

السائل المنقول زيت كثافته ٠.٨٥ جم/سم^٣ ولزوجته ٢٠.٦ سنتي ستوكس .

مثال :

يوضح الشكل (١٦) أن الخط يبدأ بقطر ٨ بوصة STD wt ($D_i = 7.981''$) بطول ٤٨ كيلومتر ثم يتغير القطر إلى ١٠ بوصة STD wt ($D_i = 10.02''$) بطول ٨١ كيلومتر حيث أن الطول الكلي للخط يساوي ١٢٩ كيلومتر .

الحل : نبدأ أولاً بتوحيد قطر الخط إلى قطر البداية وهو ٨ وذلك بتحويل طول الخط ١٠ إلى طول مكافئ لخط ٨ بالرجوع إلى جدول (٨) ، نجد أن ١ كيلومتر من خط ١٠ يكافئ ٠.٣٣٩ كيلومتر من خط ٨ أي أن ٨١ كم من خط ١٠ يكافئ ٨١ (٠.٣٣٩) = ٢٧.٤٥٩ كم من

خط ٨ وفي هذه الحالة تعمل محطة الضخ A خلال طول مكافئ قدره (٤٨ + ٢٧.٤٥٩) = ٧٥.٤٥٩ كم من خط ٨ وبذلك يكون فاقد الضغط لكل كيلومتر يساوي

$$\frac{58 - 1.5}{75.459} = 0.749 (\text{kg/cm}^2) / \text{Kmt}$$

بتطبيق معادلة حساب فاقد الاحتكاك للسريان المضطرب بالخطوط

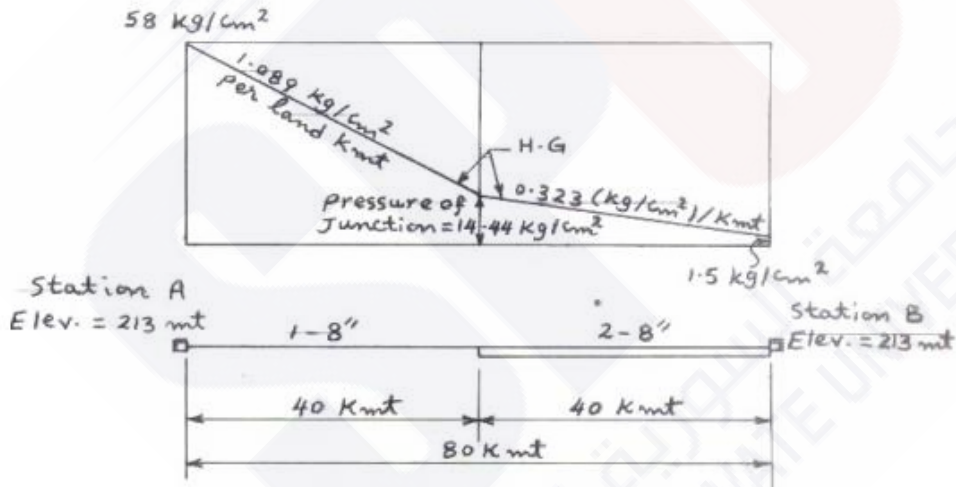
$$0.749 \times \frac{10}{0.85} = 17.5425 \frac{20.6^{0.25} Q^{1.75}}{7.981^{4.75}}$$

تكون الكمية المنقولة تساوي

$$Q = 122.96 \text{ mt}^3/\text{hr.}$$

التطبيق الثاني : رسم خط إنحدار الضغط H.G وحساب الكمية (معدل السريان)

لخط به جزء من الطول يحتوى على خطين متوازيين (Loop)



شكل (١٧)

المعطيات : نفس معطيات التطبيق الأول .

مثال :

يوضح الشكل (١٧) أن الخط يبدأ بقطر ٨ بوصة STD wt (D_i=7.981") بطول ٤٠ كيلومتر ثم يتحول الخط بعد ذلك إلى خطين متوازيين (Loop) قطر كل خط ٨ بوصة STD wt (D_i= 7.981") بطول ٤٠ كيلومتر أيضاً .

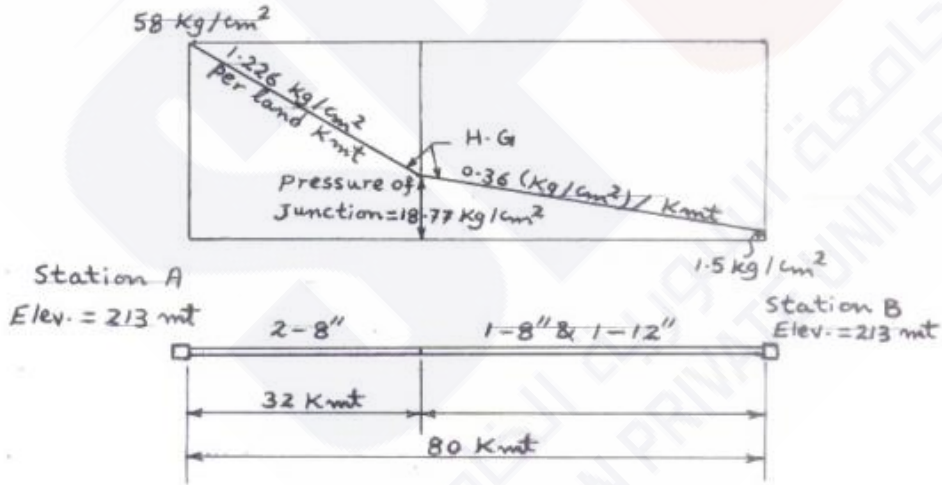
الحل : نبدأ أولاً بتوحيد قطر الخط إلى قطر البداية وهو ٨ بوصة وذلك بتحويل طول الخطين المتوازيين قطر ٨ بوصة إلى طول مكافئ لخط قطره ٨ بالرجوع إلى جدول (٨) ، نجد أن واحد كيلومتر من خطين ٨ يكافئ ٠.٢٩٧ كيلومتر من خط ٨ أي أن ٤٠ كم من خطين ٨ يكافئ ٤٠ (٠.٢٩٧) = ١١.٨٨ كم من خط ٨ مفرد وفي هذه الحالة تعمل محطة الضخ A خلال طول مكافئ قدره (٤٠ + ١١.٨٨) = ٥١.٨٨ كم من خط ٨ وبذلك يكون فاقد الضغط لكل كيلومتر يساوي

$$\frac{58 - 1.5}{51.88} = 1.089 (\text{Kg} / \text{cm}^2) / \text{Kmt}$$

بتطبيق معادلة حساب فاقد الاحتكاك للسريان المضطرب بالخطوط تكون الكمية المنقولة

$$Q = 152.28 \text{ mt}^3/\text{hr} \quad \text{تساوي}$$

التطبيق الثالث : رسم خط إحدار الضغط H.G وحساب الكمية (معدل السريان) لنظام نقل يحتوى على خطين متوازيين مختلفي الأقطار



شكل (١٨)

المعطيات : نفس معطيات التطبيق الاول

مثال :

يوضح الشكل (١٨) أن نظام النقل يبدأ بخطين متوازيين قطر ٨ بوصة بطول ٣٢ كيلومتر وبعد ذلك يحتوى على خطين متوازيين أقطار ٨ بوصة و ١٢ بوصة بطول ٤٨ كيلومتر. الحل

: نبدأ أولاً بتوحيد قطر نظام النقل إلى قطر ١٢ وذلك بتحويل طول كلاً من الخطين المتوازيين قطر ٨ وكذلك أقطار ٨ ، ١٢ إلى طول مكافئ لخط قطره ١٢ بوصة STD wt (D_i=12"). بالرجوع إلى جدول (٨) ، نجد أن واحد كيلومتر من خطين ٨ يكافئ ٢.٠٦٤ كيلومتر من خط ١٢ أي أن ٣٢ كم من خطين ٨ يكافئ ٣٢ (٢.٠٦٤) = ٦٦.٠٤٨ كم من خط ١٢ مفرد وكذلك نجد أن ١ كيلومتر من خطين أحدهما ٨ والآخر ١٢ يكافئ ٠.٦٠٧ كم من خط ١٢ أي أن ٤٨ كم من خطين ٨ ، ١٢ يكافئ ٤٨ (٠.٦٠٧) = ٢٩.١٣٦ كم من خط ١٢ مفرد . وفى هذه الحالة تعمل محطة الضخ A خلال طول مكافئ قدره
 . (٢٩.١٣٦ + ٦٦.٠٤٨) = ٩٥.١٤٨ كم من خط ١٢ مفرد .
 وبذلك يكون فاقد الضغط لكل كيلومتر يساوى

$$\frac{58 - 1.5}{95.148} = 0.594 (kg/cm^2) / Kmt$$

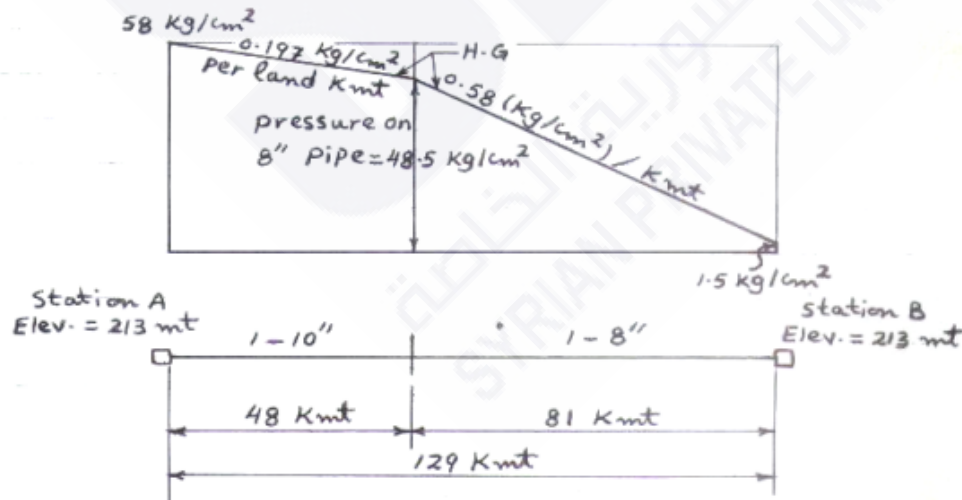
بتطبيق معادلة حساب فاقد الاحتكاك للسريان المضطرب بالخطوط نجد أن الكمية المنقولة

$$Q = 325.8 \text{ mt}^3/\text{hr} \quad \text{تساوى}$$

التطبيق الرابع : رسم خط إنحدار الضغط H.G وحساب الكمية (معدل السريان)

لخط له أكثر من قطر واحد مع وضع القطر الكبير بمنطقة الضغط العالي

والقطر الأصغر بمنطقة الضغط المنخفض على العكس من التطبيق الأول



شكل (١٩)

المعطيات : نفس معطيات التطبيق الأول .

مثال : يوضح الشكل (١٩) أن الخط يبدأ بقطر ١٠ بوصة STD wt ($D_i=10.02''$) بطول ٤٨ كيلومتر ثم يتغير إلى ٨ بوصة Standard weight ($D_i=7.981''$) بطول ٨١ كيلومتر حيث أن الطول الكلي للخط يساوي ١٢٩ كيلومتر .

الحل : نبدأ أولاً بتوحيد قطر الخط إلى قطر البداية وهو ١٠ وذلك بتحويل طول الخط ٨ بطول مكافئ لخط ١٠

بالرجوع إلى جدول (٨) ، نجد أن ١ كيلومتر من خط ٨ يكافئ ٢.٩٤٧ كيلومتر من خط ١٠ أي أن ٨١ كم من خط ٨ يكافئ ٨١ (٢.٩٤٧) = ٢٣٨.٧٠٧ كم من خط ١٠

وفي هذه الحالة تعمل محطة الضخ A خلال طول مكافئ قدره

$$(238.707 + 48) = 286.707 \text{ كم من خط } 10 \text{ مفرد طوالي .}$$

وبذلك يكون فاقد الضغط لكل كيلومتر يساوي

$$\frac{58-1.5}{286.707} = 0.197 (\text{kg/cm}^2) / \text{Kmt}$$

بتطبيق معادلة حساب فاقد الاحتكاك للسريان المضطرب بالخطوط

$$0.197 \times \frac{10}{0.85} = 17.5425 \frac{20.6^{0.25} Q^{1.75}}{10.02^{4.75}}$$

$$Q = 106.3 \text{ mt}^3/\text{hr}$$

نجد أن الكمية المنقولة تساوي

ويمقارنة هذه الكمية (معدل السريان) بالكمية المنقولة بنظام النقل الموضح بالتطبيق الأول نستنتج قاعدة هيدروليكية هامة وهي أنه أحياناً يمكن زيادة الكمية المنقولة بوضع الخط ذي القطر الأكبر بمنطقة الضغط المنخفض ووضع الخط ذي القطر الأصغر (أو مجموعة الخطوط الأصغر قطراً التي توضع لمعادلة الكمية المنقولة على طول الخط) بمنطقة الضغط العالي .