$$\Delta A = J\frac{\omega_2^2-\omega_1^2}{2} = J\frac{1}{2}(\omega_2+\omega_1)(\omega_2-\omega_1) = J\frac{1}{2}\frac{\omega_2+\omega_1}{2}2(\omega_2-\omega_1)$$

$$= J\frac{1}{2}\omega_m 2(\omega_2-\omega_1) = J\frac{1}{2}\omega_m^2 2\frac{\omega_2-\omega_1}{\omega_m} = J\frac{1}{2}\omega_m^2 2\delta.$$

$J\frac{\omega_m^2}{2}$ ist aber die Wucht des Schwungrades bei der mittleren Geschwindigkeit. Sie werde mit E_m bezeichnet; dann ist

$$\Delta A = E_m 2\delta \text{ oder } E_m = \frac{1}{2}\Delta A\frac{1}{\delta}. \tag{7}$$

160. Die erforderliche mittlere Wucht E_m ergibt sich also aus ΔA und dem zugelassenen Ungleichförmigkeitsgrad. Wird dieser im vorliegenden Falle $\delta = {}^1/_{120}$ gesetzt, $^1/\delta$ also $=120$, so wird

$$E_m = \frac{1}{2}695\frac{1}{\delta} = \frac{1}{2}695\cdot 120 = 41700 \text{ kgm}.$$

Die Berechnung auf äußere, unregelmäßige Belastungsstöße hatte (Art. 144) mit der Forderung $x \geqq 8$ eine Wucht $E \geqq 34000$ kgm ergeben. In diesem Falle ergibt also die Forderung des Gleichförmigkeitsgrades mit $\delta = {}^1/_{120}$ eine größere Wucht und ist maßgebend. Bei einer Zweikurbelmaschine mit 90^0 Kurbelversatz hätten jedoch bei gleichen Anforderungen nach beiden Richtungen leicht die Außenschwankungen mit 34000 kgm erforderlicher Schwungradwucht maßgebend werden können, weil die Überschuß- oder Unterschußarbeit ΔA bei solchen Maschinen kleiner wird wie bei Einkurbelmaschinen oder Zweikurbelmaschinen mit 180^0 Kurbelversatz.

Überschlägliche Berechnung von ΔA.

161. Wenn auch auf die überschießende oder unterschießende Arbeit sehr viele Größen einwirken, so ist doch das Verhältnis derselben zur Arbeit einer halben Umdrehung bei ein und derselben Maschinengattung auch für verschiedene Bedingungen kein allzu ungleiches, so daß es möglich ist, ein mittleres Verhältnis anzugeben, mit welchem die Arbeit einer halben Umdrehung multipliziert werden kann, um ΔA zu erhalten (vgl. den Wert a im Führer S. 814, ferner K. Mayer, Ztschr. d. V. d. Ing. 1889 S. 113, und Tolle, Regelung der Kraftmaschinen 2. Aufl. S. 87 bis 90). Bei Einkurbelmaschinen und Verbundmaschinen mit gegenläufigen Kolben kann man das Verhältnis $a = 0{,}26$ bis $0{,}33$ setzen.

Die Arbeit einer halben Umdrehung ist im vorliegenden Falle

$$= F s p_i = 1363\cdot 0{,}6\cdot 2{,}6 = 2126 \text{ kgm};$$

mit $a = 0{,}3$ als Mittelwert ergibt sich $\Delta A = 0{,}3\cdot 2126 = 637{,}8$ kgm statt 695. Die Genauigkeit reicht vollkommen aus, um in Zweifelsfällen, in denen die äußeren Belastungsstöße vielleicht überwiegende

Rücksicht verlangen, darüber klar zu werden, ob es überhaupt erforderlich ist, die immerhin etwas umständliche (für Anfänger aber sehr lehrreiche) Bestimmung von ΔA mittels Triebkraft- und Drehkraftdiagramm durchzuführen.

Auch wenn die Anforderungen an den Gleichförmigkeitsgrad $1/\delta$ ausschlaggebend sind, wird bei der Unsicherheit und Willkürlichkeit in der Festsetzung von δ das Verfahren mit der Verhältniszahl oft genügen, besonders wenn man sich der genauer spezifizierten Werte in dem Tolleschen Werk bedient. Vorsicht ist jedoch bei vertraglich festgesetztem δ geboten. Für Verbundmaschinen mit 90° Kurbelversatz ist für wechselnde Belastung und unveränderte Füllung des Niederdruckzylinders die Verhältniszahl unsicher (0,15 bis 0,3).

Einschaltung über Maßverhältnisse von Schwungrädern für ein gegebenes E.

162. Da sich in die Literatur über die Berechnung der Schwungradabmessungen manche Unklarheiten eingeschlichen haben, indem besonders der Begriff des Trägheitsradius und des Schwerkreisradius des Kranzes und des ganzen Rades nicht immer auseinander gehalten werden und auch die Reduktion der Massen auf den einen oder anderen Radius nicht immer richtig durchgeführt ist, soll hier noch einmal die Sache entwickelt werden.

Der am einfachsten zu übersehende Fall ist der, daß ein Schwungrad mit allen Maßen und dem spezifischen Gewicht des Materials gegeben ist und das sogenannte Trägheitsmoment[1]) bestimmt werden soll.

Die Wucht (lebendige Kraft) eines kleinen Massenteiles m ist $m\frac{v^2}{2}$. Bei einem rotierenden Körper stehen die v sämtlicher Massenteile in einer festen Beziehung zueinander durch die für alle gleiche Winkelgeschwindigkeit ω. Es ist $v = \omega x$, wenn x die Entfernung des Massenteils von der Drehachse ist, und somit

$$m\frac{v^2}{2} = m\frac{\omega^2}{2}x^2.$$

Die Wucht des ganzen mit der Winkelgeschwindigkeit ω rotierenden Körpers ist also

$$E = \frac{\omega^2}{2}(m_1 x_1^2 + m_2 x_2^2 + \ldots\ldots) = \frac{\omega^2}{2}\Sigma m x^2, \tag{8}$$

---

[1]) Ein guter Ersatz für den Namen Trägheitsmoment wäre Wuchtvermögen oder Drehwuchtvermögen.